

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局(43)国際公開日
2004年9月23日 (23.09.2004)

PCT

(10)国際公開番号
WO 2004/081642 A1(51)国際特許分類⁷:

G02F 1/1335, 1/19

(21)国際出願番号:

PCT/JP2004/001845

(22)国際出願日: 2004年2月18日 (18.02.2004)

(25)国際出願の言語:

日本語

(26)国際公開の言語:

日本語

(30)優先権データ:

特願2003-070193 2003年3月14日 (14.03.2003) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 Osaka (JP).

(72)発明者; および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 内田秀樹 (UCHIDA, Hideki) [JP/JP]; 〒6308325 奈良県奈良市西木辻町150-2-209 Nara (JP).

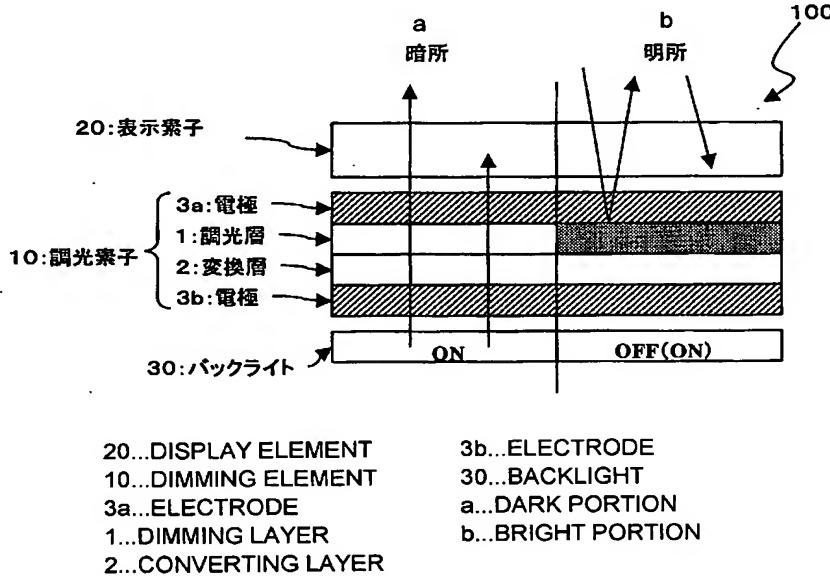
(74)代理人: 奥田誠司 (OKUDA, Seiji); 〒5400038 大阪府大阪市中央区内淡路町一丁目3番6号 片岡ビル2階奥田国際特許事務所 Osaka (JP).

(81)指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NL, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG,

[続葉有]

(54)Title: DISPLAY SYSTEM

(54)発明の名称: 表示システム



WO 2004/081642 A1

(57) Abstract: A display system comprises a dimming element (10) for selectively establishing either a light reflective state or a light transmissive state and a display element (20) for displaying information by modulating the light transmitted through the dimming element (10) and/or reflected from the dimming element (10). The dimming element (10) has regions the state of each of which can be selected independently from a light reflective state and a light transmissive state. When a plurality of types of information are displayed on the display element (20), the state of each of the regions is selected from the two states according to the types.

(57) 要約: 本発明による表示システムは、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子10と、調光素子10を透過した光および/または調光素子10によって反射された光を変調することによって情報を表示する表示素子20

[続葉有]



SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,
VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,
KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU,

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

表示システム

5 技術分野

本発明は、表示システムに関し、特に、透過光を用いた透過モードでの表示および反射光を用いた反射モードでの表示の両方が可能な表示システムに関する。

10 背景技術

近年、モバイル用の電子機器の表示素子として反射型の液晶表示素子が広く用いられている。反射型の液晶表示素子は、周囲光（外光）を反射することによって表示を行うので、低消費電力性に優れ、また、屋外での表示に非常に適している。

15 しかしながら、携帯電話やPDA（携帯情報端末）は、屋外から屋内まで、または、昼間から夜間までと非常に広い範囲で使用されるので、反射型の液晶表示素子を用いると周囲光が弱い状況下では利用できない。そのため、周囲光の強弱にかかわらず表示を行うことができる表示素子が求められている。

20 このような表示素子として、特開平11-316382号公報には、各画素内に光を反射する領域と光を透過させる領域とが作り込まれた透過反射両用型（以下では単に「両用型」とも呼ぶ。）の液晶表示素子が提案されている。この液晶表示素子は、光を反射する

5

領域で周囲光を用いた反射モードの表示を行い、光を透過させる領域でバックライトからの光を用いた透過モードの表示を行うので、周囲光の強弱によらず表示を行うことができる。そのため、現在では、このような両用型の液晶表示素子が携帯電話に搭載され、広く用いられている。

10

15

しかしながら、上記特開平11-316382号公報に提案されている従来の両用型液晶表示素子では、各画素を光の利用態様が異なる2つの領域に分割するので、反射モードの表示においても透過モードの表示においても、1つの画素全体を表示に寄与させることはできない。そのため、1画素全体を表示に寄与させる従来の反射型の液晶表示素子や透過型の液晶表示素子に比べると、表示特性が十分ではない。すなわち、透過モードの表示を行う場合には、光を透過させる領域が狭く、開口率が小さいので、明るさを十分に確保することが難しいし、また、反射モードの表示を行う場合にも、光を反射する領域が狭いので、明るさを十分に確保することが難しい。また、反射モードの表示時の光透過領域や透過モードの表示時の光反射領域では液晶層のリターデーションが最適化されず、光漏れが発生して黒表示状態の輝度が高くなってしまうので、コントラスト比が低下してしまうという問題もある。

20

また、近年のインターネットの普及により、モバイル用の電子機器のディスプレイで表示されるコンテンツも、簡単な文字情報だけでなく、写真、絵などの静止画像、さらには動画像とさまざまである。本願発明者が、表示されるコンテンツの種類と表示モードとの

関係について検討した結果、文字情報や静止画像を表示する場合には、視認性の観点から目にやさしい反射モードの表示が好ましいことが多く、動画像を表示する場合には、華やかさや輝度を重視する観点から透過モードの表示が好ましいことが多いことがわかった。

5 ところが、従来の両用型液晶表示素子では、表示されるコンテンツに応じて反射モードの表示と透過モードの表示とを切り替えたとしても、既に述べたようにその表示特性は十分ではない。

さらに、表示されるコンテンツの多様化に伴い、表示素子の表示領域内に異なる種類の情報（例えば動画像と文字情報）を同時に表示させることも多くなると予想されるものの、従来の両用型液晶表示素子では、表示領域の一部の領域で透過モードの表示を行い、他の領域で反射モードの表示を行うことはできない。

10 このように、現状では、マルチシーンで十分な表示特性を示す表示素子、マルチコンテンツの表示に適した表示素子が開発されていない。

発明の開示

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、その主な目的は、透過モードの表示および反射モードの表示の両方で良好な表示特性を有し、マルチシーンでの使用および／またはマルチコンテンツの表示に好適な表示システムを提供することにある。

本発明による表示システムは、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、前記調光素子を透過した光および／ま

たは前記調光素子によって反射された光を変調することによって情報表示する表示素子とを備えた表示システムであって、前記調光素子は、それぞれが独立に光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る複数の領域を有し、前記表示素子に複数種類の情報が表示されているとき、前記表示されている情報の種類に応じて前記複数の領域のそれぞれの光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替える。
5 得る。

好ましい実施形態において、前記表示素子は、前記調光素子を透過した光を変調することによって表示を行う第1の表示領域と、前記調光素子によって反射された光を変調することによって表示を行う第2の表示領域とに互いに異なる種類の表示信号を供給する。
10

好ましい実施形態において、前記表示素子は、複数の画素を有し、前記調光素子が有する前記複数の領域のそれぞれは、前記複数の画素のそれぞれに一対一で対応している。

好ましい実施形態において、前記調光素子は、第1層および第2層を含む積層構造を備え、外部刺激に応答して前記第1層の光反射率が変化する調光素子であって、前記第1層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第2層は、前記特定元素を含有し得る第2材料を含み、前記第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する。
15
20

好ましい実施形態において、前記調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であって、前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含

んでおり、前記第1材料は粒子である。

あるいは、本発明による表示システムは、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、入射光を変調することによって表示を行う表示素子とを備えた表示システムであって、前記調光素子は、第1層および第2層を含む積層構造を備え、外部刺激に応答して前記第1層の光反射率が変化する調光素子であり、前記第1層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第2層は、前記特定元素を含有し得る第2材料を含み、前記第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する。

典型的には、前記表示素子は、前記調光素子を透過した光および／または前記調光素子によって反射された光を変調することによって表示を行う。

好ましい実施形態において、前記元素は水素であり、前記第1材料は、水素濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る。

好ましい実施形態において、前記第2層は、水素貯蔵材料を含んでいる。

好ましい実施形態において、前記第1層および前記第2層の各々の水素平衡圧－組成等温線（P T C特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作する。

好ましい実施形態において、前記P T C特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記第1層および前記第2層の水素平衡圧力がほぼ同等

である。

好ましい実施形態において、前記第2層におけるPTC特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記第1層におけるPTC特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んで
5 いる。

好ましい実施形態において、前記第2材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

好ましい実施形態において、前記第2材料は、光の照射により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

10 好ましい実施形態において、前記第2層は、光触媒性を有する材料を含んでいる。

好ましい実施形態において、前記特定元素のイオンを前記第2材料から前記第1材料へ、または前記第1材料から前記第2材料へ移動させるための電界を形成する1対の導電層を備えている。

15 好ましい実施形態において、前記第1および第2層は、前記一対の導電層の間に位置している。

好ましい実施形態において、前記第1層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する。

20 好ましい実施形態において、前記第2層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する。

好ましい実施形態において、前記第2層は、光透過性を有している。

好ましい実施形態において、前記第1層および第2層の少なくと

も一方が多層構造を有している。

あるいは、本発明による表示システムは、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、入射光を変調することによって表示を行う表示素子とを備えた表示システムであって、前記調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であり、前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第1材料は粒子である。
5

典型的には、前記表示素子は、前記調光素子を透過した光および／または前記調光素子によって反射された光を変調することによつ
10 表示を行う。

好ましい実施形態において、前記第1材料は、前記特定元素の濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る。

好ましい実施形態において、前記第1材料が前記光反射状態のとき、前記調光層は光を拡散反射する。

15 好ましい実施形態において、前記粒子の直径は350nm以上であり、かつ前記調光層の厚さ以下である。

好ましい実施形態において、前記特定元素は水素である。

好ましい実施形態において、前記特定元素を含有し得る第2材料を含む変換層をさらに備え、前記第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する。
20

好ましい実施形態において、前記特定元素は水素であり、前記変換層は水素貯蔵材料を含んでいる。

好ましい実施形態において、前記調光層および前記変換層の各々

の水素平衡圧－組成等温線（P T C特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作する。

好ましい実施形態において、前記P T C特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記調光層および前記変換層の水素平衡圧力がほぼ同等である。
5

好ましい実施形態において、前記変換層におけるP T C特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記調光層におけるP T C特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいる。

10 好ましい実施形態において、前記第2材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

好ましい実施形態において、前記第2材料は、電気化学的反応により、前記特定元素の放出または吸収を行う。

15 好ましい実施形態において、前記特定元素のイオンを前記第2材料から前記第1材料へ、または前記第1材料から前記第2材料へ移動させるための電界を形成する1対の導電層を備えている。

好ましい実施形態において、前記調光層および前記変換層は、前記1対の導電層の間に位置している。

20 好ましい実施形態において、前記調光層は導電性を有しており、前記1対の導電層の一方として機能する。

好ましい実施形態において、前記変換層は導電性を有しており、前記1対の導電層の一方として機能する。

好ましい実施形態において、前記変換層は、光透過性を有してい

る。

好ましい実施形態において、前記調光層および変換層の少なくとも一方が多層構造を有している。

好ましい実施形態において、前記表示素子は、一対の基板と、前記一対の基板間に設けられた液晶層とを有する液晶表示素子である。
5

好ましい実施形態において、前記表示素子に対して観察者とは反対側に配置された照明装置をさらに備えている。

好ましい実施形態において、前記調光素子は、前記表示素子と前記照明装置との間に配置されている。

好ましい実施形態において、前記調光素子は、前記表示素子の内部に設置されている。
10

好ましい実施形態において、前記表示素子は、第1のカラーフィルタを含んでいる。

好ましい実施形態において、前記調光素子は、第2のカラーフィルタを含んでいる。
15

好ましい実施形態において、前記表示素子は、第1のカラーフィルタを含み、前記調光素子は、第2のカラーフィルタを含み、前記第2のカラーフィルタは、前記第1層に対して観察者とは反対側に配置されている。

好ましい実施形態において、前記表示素子は、第1のカラーフィルタを含み、前記調光素子は、第2のカラーフィルタを含み、前記第2のカラーフィルタは、前記調光層に対して観察者とは反対側に配置されている。
20

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明による表示システムを模式的に示す断面図である。

図 2 は、コンテンツの種類に応じて表示モードを切り替える様子
5 を模式的に示す図である。

図 3 は、表示モードを切り替える態様を示す模式図である。

図 4 は、表示モードを切り替える態様を示す模式図である。

図 5 は、調光素子の構成を模式的に示す断面図である。

図 6 (a)、(b) および (c) は、図 5 に示す調光素子の動作原
10 理を示す図である。

図 7 は、調光素子を模式的に示す断面図である。

図 8 は、調光層および変換層の水素平衡圧－組成等温線（P T C
特性曲線）を示すグラフである。

図 9 は、他の調光素子の動作を示す図である。

15 図 10 は、他の調光素子を模式的に示す断面図である。

図 11 は、他の調光素子を模式的に示す断面図である。

図 12 は、他の調光素子を模式的に示す断面図である。

図 13 は、他の調光素子を模式的に示す断面図である。

図 14 は、本発明による表示システムの第 1 の実施形態を示す断
20 面図である。

図 15 は、本発明による表示システムの第 2 の実施形態を示す断
面図である。

図 16 は、本発明による表示システムの第 3 の実施形態を示す断

面図である。

図 17 は、本発明による表示システムの第 3 の実施形態を示す断面図である。

図 18 は、本発明による表示システムの第 3 の実施形態を示す断面図である。
5

図 19 は、本発明による表示システムの第 4 の実施形態を示す断面図である。

図 20 は、調光粒子を含む調光素子の構成を模式的に示す断面図である。

10 図 21 は、調光粒子を含む調光素子を模式的に示す断面図である。

図 22 (a) および (b) は、調光粒子を含む他の調光素子を模式的に示す断面図である。

図 23 は、調光粒子を含む他の調光素子を模式的に示す断面図である。

15

発明を実施するための最良の形態

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

まず、図 1 を参照しながら、本発明による表示システム 100 の
20 基本的な構成を説明する。

表示システム 100 は、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子 10 と、入射光を変調することによって表示を行う表示素子 20 とを備えている。表示システム 100 は、さらに、

表示素子 20 の背面側（観察者とは反対側）に配置されたバックライト（照明装置）30 を備えている。

調光素子 10 は、光を反射する状態と光を透過する状態とを切り替えて呈することができる素子であり、表示素子 20 とバックライト 30 との間に配置されている。本実施形態における調光素子 10 は、図 1 に示すように、調光層 1 および変換層 2 を含む積層構造を備え、調光層 1 の光反射率が電気的刺激に応答して変化する。この調光素子 10 は、さらに、調光層 1 および変換層 2 を挟みこむ一対の電極 3a および 3b を備えている。調光素子 10 のより具体的な構成および動作原理は後述する。

表示素子 20 は、その前面側から入射する光と背面側から入射する光の両方を変調することができ、調光素子 10 を透過した光および／または調光素子 10 によって反射された光を変調することによって情報を表示する。表示素子 20 は、例えば、一対の基板と、これらの基板間に設けられた液晶層とを有する液晶表示素子であり、一対の基板の液晶層側の表面に設けられた透明電極に電圧を印加することによって液晶層の配向状態を制御し、そのことによって液晶層を通過する光の変調を行う。なお、表示素子 20 としては液晶表示素子に限定されず、前面側および背面側から入射する光を変調することができる表示素子であればどのようなものでも用いることができる。

図 1 の左側に示すように、調光素子 10 を光透過状態とし、バックライト 30 を点灯させる（オン状態とする）と、照明装置 30 か

らの光が調光素子 10 を透過して表示素子 20 に入射するので、表示素子 20 でこの入射光を変調することによって、表示システム 100 は透過モードの表示を行うことができる。

これに対して、図 1 の右側に示すように、調光素子 10 を光反射状態とすると、表示素子 20 に前面側から入射した光が、表示素子 20 を通過した後に調光素子 10 で反射され、再び表示素子 20 を通過するので、この過程で光を変調することによって、表示システム 100 は反射モードの表示を行うことができる。このとき、調光素子 10 の光反射状態への切り替えに同期してバックライト 30 を消灯させて（オフ状態として）もよいし、点灯させたまま（オン状態のまま）でもよい。バックライト 30 が点灯したままであっても、照明装置 30 からの光は調光素子 10 で反射されるので、表示素子 20 にはほとんど入射しない。

このように、表示システム 100 は、反射モードの表示と透過モードの表示とを切り替えて行うことができ、表示素子 20 を反射型の表示素子としても透過型の表示素子としても機能させることができる。表示素子 20 が有する複数の画素のそれぞれは、光を反射する領域と光を透過させる領域とに分割されている必要はないので、表示システム 100 では、反射モードの表示においても透過モードの表示においても 1 つの画素の全体を表示に寄与させることができ。従って、特許文献 1 に開示されているような従来の透過反射両用型の液晶表示装置と比べると、反射モードおよび透過モードの両方で明るく、コントラスト比の高い表示を実現することができる。

そのため、本発明による表示システム 100 は、様々な状況下すな
わちマルチシーンで好適に使用することができる。

調光素子 10 は、それぞれが独立に光反射状態と光透過状態とを
切り替えて呈し得る複数の領域（「調光領域」と称する。）を有し
ていることが好ましく、表示素子 20 に複数種類の情報が表示され
ているときには、これらの情報の種類に応じて各調光領域の光反射
状態と光透過状態とを選択的に切り替え得ることが好ましい。この
ような構成を有していることによって、表示素子 10 に異なる種類
のコンテンツが表示されている場合に、図 2 に示すように、コンテ
ンツの種類に応じて最適な視認性のモードで表示を行うことができ
るので、表示システム 100 をマルチコンテンツの表示に好適に用
いることができる。なお、図 2 では、文字情報が表示される領域で
反射モードの表示を行い、動画情報や静止画情報が表示される領域
で透過モードの表示を行う場合を例示したが、コンテンツと表示モ
ードとの対応関係はこれに限定されるわけではない。例えば、目へ
のやさしさの観点から、静止画情報が表示される領域で反射モード
の表示を行ってもよい。

本実施形態における調光素子 10 の場合、例えば、調光層 1 およ
び変換層 2 を挟みこむ電極 3a、3b を所定の形状にパターニング
することによって、調光層 1 の複数の部位に電気的刺激をそれぞ
れ独立に与えることが可能となり、複数の調光領域を設けることがで
きる。

調光領域の数や大きさ、配置などは、表示システム 100 の用途

などに応じて適宜決定すればよい。

例えば、図3に示すように、調光素子10を比較的大まかに分割しておき、調光領域 $10r$ の大きさに対して、表示領域 $20r$ で表示されるコンテンツの大きさ（表示される領域の大きさ）を合わせこんでもよい。

また、図4に示すように、調光素子10を表示素子20の画素とほぼ同程度の大きさに分割しておき、表示領域 $20r$ で表示されるコンテンツの大きさに合わせて、各調光領域 $10r$ の光透過状態と光反射状態とを任意に切り替えてよい。

図4では、表示素子20の画素ピッチとほぼ同じピッチでストライプ状にパターニングされた電極3aおよび3bの交点に調光領域 $10r$ が規定されており、各調光領域 $10r$ は表示素子20の各画素に一対一で対応している。まず、表示すべきコンテンツ情報を表示信号変換コントローラ21で表示用の信号に変換し、次に、表示素子20を駆動する表示素子駆動回路（表示素子ドライバ）22に信号を送る際に、同期させた信号を調光素子10を駆動する調光素子駆動回路（調光素子ドライバ）12にも送り込むことによって、表示素子20で表示されるコンテンツの種類に応じて調光素子10の各調光領域の光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替えることができる。

なお、文字情報や静止画情報を表示する場合には、視認性の観点から目にやさしい反射モードの表示が好ましいことが多く、動画情報を表示する場合には、華やかさや輝度を重視する観点から透過モ

ードの表示が好みことが多いが、観察者によって視認性の違いや映像に関する嗜好の違いが存在するので、表示モードを手動で切り替えられるようにしておくことがさらに好みしい。

(調光素子)

5 以下、本実施形態における調光素子 10 の構成および動作原理を説明するが、それに先立って、従来調光ミラーとして提案されている技術を説明する。

10 イットリウム (Y) やランタン (La) などの金属薄膜が水素と結合することにより、可視光を透過し得る水素化物に変化する現象が米国特許第 5 6 3 5 7 2 9 号明細書や Hu i b e r t ら (ネイチャー、1996 年 3 月、第 380 卷、p. 231 – 234) によつて報告されている。この現象は可逆的であるため、雰囲気中の水素圧力を調節することにより、薄膜を金属光沢状態と透明状態との間で変化させることが可能である。

15 上記薄膜の光学特性を変化させ、金属光沢を示す状態と透明な状態とを切り替えることができれば、光の反射率／透過率を自由に調節できる調光ミラーを実現することができる。調光ミラーを例えば建物や自動車の窓ガラスとして使用すれば、太陽光を必要に応じて遮断（反射）し、または透過させることができる。

20 このような調光ミラーは、例えば、イットリウム薄膜の上にパラジウム層を形成した構造を有している。パラジウムは、イットリウム薄膜の表面酸化を防止する機能と、雰囲気中の水素分子を効率的に水素原子に変化させ、イットリウムに供給する機能とを有してい

る。イットリウムが水素原子と化学的に結合すると、 YH_2 または YH_3 が形成される。 YH_2 は金属であるが、 YH_3 は半導体であり、その禁制帯幅が可視光のエネルギーよりも大きいため、透明である。

また、室温においても $\text{YH}_2 \leftrightarrow \text{YH}_3$ の状態変化が迅速に（数秒程度で）生じるため、雰囲気中の水素含有量に応じて反射（金属光沢）状態と透明状態との間でスイッチングを行うことが可能である。

このように金属光沢 \leftrightarrow 透明の遷移が可能な他の材料として、例えば、 Mg_2Ni 薄膜が応用物理学会講演会2001春31-a-ZS-14に開示されている。

上記の従来技術によれば、薄膜の光学的状態を変化させることができるもの、これらに記載されている構成を用いて調光素子を実用化することは難しい。1つには、薄膜を水素雰囲気へ暴露することが必要である。具体的には、薄膜と接する雰囲気ガス中の水素量（水素分圧）を制御することが必要になる。このため、上記従来の構成を用いて調光素子を実用化することは難しい。

以下、本実施形態における調光素子10を説明する。

まず、調光素子10の基本的な構成を図5を参照しながら説明する。調光素子10は、図5に示すように、調光層M1および変換層M2を含む積層構造を備え、調光層M1の光反射率が外部刺激に応答して変化する。

調光層M1は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料を含んでいる。調光材料の好ましい例は、前述したY、La、 Mg_2Ni 合金であり、Y、La、 Mg_2Ni 合金などの材料は、

水素濃度に応じて金属－半導体（または絶縁体）状態間の遷移を行う。

変換層M 2は、水素などの特定元素を含有し得る材料（本明細書では「変換材料」と称する。）を含んでいる。変換材料は、電荷（電子や正孔）の注入／放出または光照射などの外部刺激に応じて、
5 上記の特定元素（例えば水素）を放出または吸収する。

以下、電荷の注入／放出により、水素イオンが変換層M 2から調光層M 1へ、あるいは調光層M 1から変換層M 2へ移動するメカニズムを説明する。このメカニズムの特徴点は、調光層M 1の光学的特性を変化させる特定元素（水素）のイオンを、電気化学的な反応
10 によってではなく、電荷の移動を媒介として移動させる点にある。

まず、図5を参照する。図5に示されている調光層M 1および変換層M 2は、いずれも、水素を吸収／放出する能力を有するとともに、電荷（電子または正孔）およびイオンを移動させることができ
15 る電気伝導性を有している。

次に、図6（a）を参照する。図6（a）は、図5の構造に含まれる調光層M 1および変換層M 2の初期状態を示している。この初期状態では、水素を実質的に貯蔵していない調光層M 1と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層M 2との間で平衡状態が形成されている。
20 調光層M 1には充分な濃度の水素が存在していないため、調光層M 1は金属状態にあり、金属光沢を示している。

次に、図6（b）に示すように、調光層M 1の側に負電位を与えるとともに、変換層M 2の側に正電位を与える。このとき、調光層

M 1 には負の電極（不図示）から電子が注入され、調光層 M 1 は電子リッチな状態となる。一方、変換層 M 2 には正孔が注入される（電子が引き抜かれる）。変換層 M 2 に注入された正孔は、変換層 M 2 の内部を調光層 M 1 に向かって移動してゆく。このような正孔の移動過程で、更に継続して変換層 M 2 に正孔が注入されると、変換層 M 2 は正孔リッチな状態となる。このため、変換層 M 2 では、水素イオンを放出しやすい状態となる一方、調光層 M 1 では、変換層 M 2 から水素イオンを受け取り、保持する量が増える。

このため、調光層 M 1 と変換層 M 2 との間で成立していた水素の平衡状態が崩れ、調光層 M 1 が水素をより多く保持しやすい状態となり、変換層 M 2 から放出された水素イオンが調光層 M 1 に移動することになる。こうして、図 6 (c) に示すように、新しい平衡状態が形成される。この状態では、調光層 M 1 に移動した水素と調光材料とが結合して、調光層 M 1 が透明になる。

以上の反応を記述すると、 $M_1 + M_2 (H) \rightarrow M_1 (H) + M_2$ となる。ここで、 $M_1 (H)$ および $M_2 (H)$ は、それぞれ、調光層 M 1 に水素が保持されている状態、および変換層 M 2 に水素が保持されている状態を示している。

以上の説明から明らかなように、調光層 M 1 と変換層 M 2 との間では水素イオンの受け渡しが行なわれるだけで、他のイオンの関与する反応は生じていない。また、図 6 (c) の状態で印加電圧の極性を反転すると、逆方向に反応が進行するため、図 6 (a) に示す元の平衡状態に復帰する。

5

“このように本発明によれば、電荷（電子や正孔）の移動によって水素の平衡状態を変化させることにより、水素を駆動することができるため、水素イオン以外の他のイオンを反応に関与させる必要がない。このため、複数種のイオンが関与する電気化学的な反応に比べて応答速度が速くなる。また、電気化学的な反応が生じないため、正極側で水素ガスが発生する可能性も低く、電子素子としての安定した動作が可能になる。

以下、調光素子10のより具体的な構成を説明する。

10

図7に示す調光素子10は、調光層1および変換層2を含む積層構造を備え、調光層1の光反射率（光学的特性）が電気的刺激に応答して変化する。この調光素子は、調光層1および変換層2を挟みこむ一対の電極3a、3bと、積層構造を支持する基板4とを備えている。一対の電極3a、3bには、外部から適切な電圧が印加され得るが、適宜、電極3aと電極3bとを単純に短絡させることも可能である。

15

なお、基板4に対する変換層2および調光層1の積層順序は、図示されているものに限定されず、基板4に近い側に変換層2を配置し、その上に調光層1を形成してもよい。

20

本実施形態における調光層1は、水素濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料（例えばイットリウム）を含んでいる。調光層1の全体または一部が1層または多層の調光材料から形成されてもよいし、あるいは、他の材料からなる膜中に調光材料の粒子が分散または連結した状態で存在していても良い。

変換層 2 は、水素を含有し得る変換材料を含んでいる。この変換材料は電極 3 a との間で電子の授受を行うことにより、水素イオン (H^+) の放出／吸収を行うことができる。

図示する例では、電極 3 a に正の電位を与え、電極 3 b に負の電位を与えると、あらかじめ充分な量の水素を含有している変換層 2 の調光材料から水素イオンが放出される。放出された水素イオンは、積層構造中に形成された電界中を移動し、調光層 1 に達した後、調光材料にドープされる。このような水素の放出および移動のメカニズムは、前述したとおりである。調光層 1 における調光材料は、水素と結合することにより、水素金属化合物を形成する。この結果、当初は金属状態にあった調光材料は、可視光を透過する半導体または絶縁体に変化する。

調光層 1 は、蒸着法、スパッタ法などによって作製され得る。金属光沢を示すミラーとして調光層 1 を機能させる場合には、できる限り平坦性に優れた膜から調光層 1 を形成することが好ましい。

変換層 2 に含まれる変換材料は、定常状態で水素の原子またはイオンを貯蔵し保持することができ、外部刺激に応じて、水素貯蔵量（保持量）を変化させる。このような水素を貯蔵できる材料としては、 $LaNi_5$ 、 $MnNi_5$ 、 $CaNi_5$ 、 $TiMn_{1.5}$ 、 $ZrMn_{1.5}$ 、 $ZrMn_2$ 、 $TiNi$ 、 $TiFe$ 、 Mg_2Ni などの合金を用いることができる。また、カーボンナノチューブ（CNT）を用いることもできる。

変換層 2 は、水素貯蔵材料のほかに電気伝導性材料を含んでいて

もよい。電気伝導性材料が変換層 2 に含まれていると、調光層 1 との間で水素イオンのやりとりを迅速に行うことができる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことが出来る材料、電荷（電子または正孔）を伝導させる導電性高分子や電荷移動錯体を用いることができる。また、変換層 2 には、上記の水素貯蔵材料や電気伝導性材料以外とは別に必要に応じてバインダ樹脂などの結合材料を加えても良い。なお、一方の電極から注入された電荷がそのまま他方の電極に移動してしまうことを確実に抑制するため、調光層と変換層との間にセパレータ層を挿入してもよい。セパレータ層の材料としては、イオンの移動が可能でありながら電荷の移動は生じにくい材料を選択することが望ましい。例えば、イオン交換体、多孔質絶縁物、イオン導電性高分子材料などを用いることができる。このような材料からなるセパレート層を配置すれば、電極から注入された電荷が反対の電極に突き抜けることが確実に防止されるため、調光層と変換層との間における電荷の移動効率を高めることができる。

変換層 2 が複数の材料の混合物から形成される場合、これらの材料を溶媒に溶解させた溶液を用意し、スピンドルコート法や印刷法によって塗布すれば、変換層 2 を用意に形成することができる。このような変換層 2 の形成は、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いて行ってもよい。

以上説明したように、本実施形態によれば、電極 3 a、3 b に電圧を印加することにより、変換層 2 の内部で電荷およびイオンの授

受が行われる結果、前述したメカニズムにより、変換層 2 と調光層 1 との間で水素の移動を引き起こすことができる。このため、例えば、初期状態で水素がドープされていない調光層 1 と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層 2 とを用い、図 5 に示すような電圧を印加すると、水素イオンが正極側から負極側に移動して、調光層 1 にドープされる。すなわち、正極側では水素放出反応が進行し、負極側では水素と金属との結合反応が進行して、水素金属化合物が形成される。これに対して、逆方向の電圧を印加すると、逆方向に水素の移動が生じるため、印加電圧の極性を交替することにより、調光層 1 の光学的状態を金属光沢 - 透明の間で可逆的に切り替えることができる。

変換層 2 に貯蔵された水素の移動だけを考えると、電極 3 a と電極 3 b とを積層構造の外部で短絡させてもよい。このような短絡は、二次電池における放電と同様の現象であり、積層構造の内部状態を初期状態に復帰させることができる。

変換層 2 と調光層 1 が水素を保持する能力を持つため、電圧の印加を行わないとき（外部の回路を開放しているとき）、水素の移動が生じず、調光層 1 の光学的状態が保持される（調光層のメモリ機能）。このため、水素保持能力に優れた材料を選択すれば、電力を消費することなく調光状態を長期間保持することができる。

上記の例とは逆に、あらかじめ水素をドープした調光層 1 と、水素を貯蔵していない状態の変換層 2 とを用いてもよい。その場合は、調光層 1 に正電位を、変換層 2 に負電位を与えることにより、調光

層 1 から変換層 2 に水素を移動させ、それによって調光層 1 における調光材料の光学的状態を変化させても良い。

本実施形態では、水素のドーピング量によって調光材料の光反射率／光透過率を制御することができるため、電極に印加する電圧や印加時間（デューティ比など）を調節することにより、調光層 1 の光反射率／光透過率を制御することができる。水素保持能力に基づくメモリー性を利用すれば、適切な光反射率／光透過率を保持することも容易である。

このような水素の貯蔵／放出を適切に制御する際には、水素平衡圧－組成等温線（以下、「P T C 特性曲線」と称する。）に注目する必要がある。P T C 特性曲線は、図 8 に示すように、水素の貯蔵量と水素平衡圧力との関係を示す。図 8 のグラフでは、横軸が水素貯蔵量を示し、縦軸が水素平衡圧力を示している。

P T C 特性曲線が横軸に対して概平行な部分（以下、「プラトー領域」と称する。）では、一定の平衡圧力内のもとで水素の貯蔵量が変化しえるため、水素平衡圧力を一定にした状態で水素の吸収／放出を可逆的に行うことができる。このため、本実施形態の調光素子は、P T C 特性曲線のプラトー領域でスイッチング動作を行う。

変換層 2 および調光層 1 は略同様の P T C 特性を示すことが望ましい。より具体的には、図 8 に示すように、変換層 2 および調光層 1 の P T C 特性曲線におけるプラトー領域の「水素貯蔵量」の範囲が重なり合い、かつ、「水素平衡圧力」のレベルがほぼ等しいことが望ましい。同等の水素平衡圧力を示すことによって、調光層 1 お

および変換層 2 の間で水素の授受をスムーズに行うことができる。調光層 1 および変換層 2 の間で、水素平衡圧力差が大きくなると、それぞれの層で水素の吸放出が生じても、2つの層の間で水素のやりとりを行うことができなくなってしまうからである。

5 また、変換層 2 における P T C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）は、調光層 1 における P T C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）を含む大きさを有していることが更に好ましい。本実施形態の調光素子では、調光層 1 の水素ドーピング量によって調光層 1 の光透過率を制御するため、変換層 2 における水素貯蔵量の変化の幅が調光層 1 の状態変化に必要な水素ドーピング量の変化の幅よりも少ないと、調光層 1 の光学的状態を充分に変化させることができなくなるからである。
10

再び、図 7 を参照する。図 7 に示す調光素子 10 は、金属反射状態と透明状態との間でスイッチングを行うので、素子全体として透明度が高いことが好ましい。透明度の高い状態を形成するには、基板 4 および電極 3 a、3 b だけではなく、変換層 2 を可視光域の全範囲で透過率の高い（吸収の無い）材料から形成する必要がある。
15 しかし、水素貯蔵材料などの変換材料は、金属または着色した材料である場合が多く、このような変換材料の層から透明性の高い変換層 2 を形成することは難しいことがある。このため、変換材料の微粒子を透明な材料と混合することによって変換層 2 を形成することが好ましい。具体的には、光の波長以下の粒径を持つナノ粒子を変換材料から形成し、このナノ粒子を透明性に優れたバインダ樹脂で
20

結合することができる。このようにして作製される変換層2は、透明性および水素貯蔵能力の両方を発揮することができるだけではなく、変換材料がナノ粒子化することにより、その表面積が増加するため、水素の吸放出効率も上昇することも期待される。変換材料による水素の吸放出効率が上昇すると、調光動作の応答速度が向上するので好ましい。超微粒子状態の変換材料としては、カーボン系材料（C N T、フラーレンなど）やカリウムー黒鉛層間化合物などを用いることもできる。

調光層1と変換層2との間における電荷やイオンのやりとりを行うため、調光層1と変換層2との間に導電性高分子材料P1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）の膜を配置することが好ましい。電荷移動性をもつ高分子膜を配置する代わりに、電解質膜を配置しても良い。電解質膜を配置すると、水素イオンの移動が電解質を介して起こりやすいので、特性を向上させることも可能である。導電性高分子材料P1は、導電性を付与するためのイオンがドーピングされているため、電解質膜としての機能も併せ持っている。導電性高分子材料P1、及びバインダ樹脂としてアクリル系樹脂で屈折率がガラスとほぼ同等のものをブレンドしたものを用いることができる。

なお、調光素子は、上述したものに限定されず、種々の改変が可能である。以下、図9～図13を参照しながら、他の調光素子10A～10Dを説明する。

図9および図10に示す調光素子10Aは、金属拡散反射（白）状態と光透過状態の間でスイッチングを行うことが可能である。

調光素子 10A は、図 10 に示すように、凹凸を有する基板 4 上に、電極 3b、変換層 2、調光層 1、および電極 3a が、この順序で積層された構造を有している。拡散反射を行うため、調光層 1 の表面に微細な凸部および／または凹部が存在している。

5 図 9 を参照しながら、図 10 の調光素子 10A の動作を説明する。

図 9 では、簡単化のため、電極 3a、3b の記載は省略している。調光層 1 の表面に微細な凸部が存在しているため、図 9 の左側に示すように調光層 1 が金属反射状態にあるとき、光を拡散反射することができる。一方、図 9 の右側に示すように調光層 1 が透明状態にあるときは、下層に位置する変換層 2 が光を吸収する。

10 図 9 に示す例では、基板の表面が微細な凸部を有しているため、変換層 2 および調光層 1 の全体の平坦性が基板の凹凸を反映した形状を有している。言い換えると、調光層 1 の上面（光反射側の面）だけではなく、底面も下地の凹凸を反映した形状を有している。しかし、下地である変換層 2 は凹凸構造を有している必要性は無いため、基板表面および変換層 2 は平坦に形成した上で、調光層 1 の上面のみに微細な凹部および／また凸部を形成するようにしてもよい。

15 このように、調光素子 10A によれば、調光層 1 が金属反射状態にあるとき、反射光は散乱して白色として認識されるため、調光層 1 の表面は白色に見える。

20 調光素子 10A は、表面に凹凸を形成した基板 4 を用いていることを除けば、調光素子 10 と同様の構成を有し得る。例えば、変換層 2 としては、水素貯蔵材料であるカリウム－黒鉛層間化合物、導

電性高分子材料 P 1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）、及びバインダ樹脂としてアクリル系樹脂をブレンドしたものを好適に用いることができる。

次に、図 1 1 を参照しながら、他の調光素子 1 0 B を説明する。

5 調光素子 1 0 B では、図 1 1 に示すように、調光層 1 それ自体が電極の一方を兼ねている。調光層 1 は、基本的に金属薄膜であるので電極として機能しえる。電極を調光層 1 が兼ねることにより、電極を形成する工程がひとつ簡略化されるため、調光素子の製造工程数を低減することができる。

10 なお、図 1 1 の調光素子 1 0 B は、透明一金属反射型調光素子であるが、上述した他のタイプの調光素子であっても、調光層 1 で電極を兼ねることができます。

続いて、図 1 2 を参照しながら、他の調光素子 1 0 C を説明する。

15 調光素子 1 0 C は、変換層が第 1 変換層 2 a と第 2 変換層 2 b の複数層に分離された構成を有している。本実施形態の調光素子では、水素などの特定元素を調光層 1 にドープすることによって調光層 1 の状態を変化させるため、2つの変換層 2 a、2 b で調光層 1 を挟み込む構成を採用すれば、効率的なドーピングが可能となり、調光に必要な状態変化の速度が向上する。調光層 1 は、電極として機能し得るため、図 1 2 の例では、調光層 1 を電極として用いている。

図 1 2 の例では、水素の吸放出を行う部分が第 1 変換層 2 a、調光層 1、および第 2 変換層 2 b の 3 層構造を有しているが、更に多層化することも可能である。調光層 1 が単層であれば、調光の程度

が不充分な場合でも、調光層 1 の層数を増加させることにより、調光の程度を充分に大きくすることが可能になる。

次に、図 13 を参照しながら、他の調光素子 10D を説明する。

調光素子 10D では、変換層 2 の機能分離を行うため、変換層 2
5 が多層構造を付与されている。前述のように、変換層 2 の機能は水素を貯蔵し、また、電荷の注入／放出に応じて水素を放出／再貯蔵することである。これらの機能を 1 つの材料で実行するよりも、機能ごとに異なる材料を選択し、それぞれの材料からなる層を重ねる
10 ほうが容易である。すなわち、変換層を、電荷またはイオンのやりとりを行うための電荷輸送材料または電解質材料から形成した第 1 変換層 2a と、水素貯蔵の機能を持つ材料から形成した第 2 変換層 2b とに分離することにより、効率のよい水素移動を行うことができる。

ここでは、導電性高分子材料 P1（電子、正孔両電荷を輸送できる
15 材料）と、屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂を混合して形成した電荷・イオン交換層を第 1 変換層 2a として用いている。また、AB5 型Mm 水素貯蔵合金である Ni 合金の超微粒子（分散中心半径 10 nm）を屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂と混合したブレンド樹脂を用いて第 2 変換層 2b として機能させて
20 いる。

以下、本発明による表示システムの具体的な実施形態を説明する。

（実施形態 1）

図 14 を参照しながら、本発明による表示システムの第 1 の実施

形態を説明する。

本実施形態における表示システム 100A は、図 14 に示すように、液晶表示素子 20 と、液晶表示素子 20 の背面側（観察者とは反対側）に配置されたバックライト（照明装置）30 と、液晶表示素子 20 とバックライト 30との間に配置された調光素子 10 を備えている。典型的には、液晶表示素子 20 および調光素子 10 を挟みこむように、一対の偏光板 40a、40b が設けられている。

液晶表示素子 20 は、一対の基板 21 および 22 と、これらの間に設けられた液晶層 23 とを備えている。一対の基板 21 および 22 の液晶層 23 側の表面には、液晶層 23 に電圧を印加するための電極 24、25 と、液晶層 23 の液晶分子を配向させる配向膜 26、27 とが設けられており、背面側の基板 21 は、スイッチング素子としての薄膜トランジスタ 28 を画素ごとに備えたアクティブマトリクス基板である。

液晶表示素子 20 は、一般的な透過型の液晶表示素子とほぼ同様の構成を有しており、ほぼ同様にして作製することができる。ただし、背面側に調光素子 10 が配置されるので、光の透過性の確保および視差の低減の観点から、背面側の基板 21 はできるだけ薄いことが好ましい。本実施形態では、背面側の基板 21 としてガラス基板を用い、液晶表示素子 20 をその外周をしっかりと封止した後にガラスエッチャント内に入れることによって、基板 21 の厚さを 0.2 mm とする。

本実施形態における調光素子 10 は、調光層 1 および変換層 2 を

含む積層構造を備え、調光層1の光反射率（光学的特性）が電気的刺激に応答して変化する。この調光素子10は、調光層1および変換層2を挟みこむ一对の電極3a、3bと、積層構造を支持する基板4とをさらに備えている。ここでは、調光素子10を以下のようにして作製する。

まず、基板4としてガラス基板を用意し、その表面にスパッタ法によりITOからなる厚さ150nmの透明導電膜を形成する。なお、基板4としてプラスチック基板を用いてもよい。続いて、この透明導電膜を液晶表示素子20の画素ピッチとほぼ同じピッチでストライプ状にパターニングすることによって電極3bを形成する。

次に、AB5型Mm水素貯蔵合金であるNi合金の超微粒子（分散中心半径10nm）、導電性高分子材料P1（電子、正孔両電荷を輸送できる材料）及びバインダ樹脂としてアクリル系樹脂で屈折率がガラスとほぼ同等のものをブレンドしたものを用いて電極3b上に変換層2を形成する。このブレンド樹脂は溶液化できるのでスピニコート法を用いて変換層2を厚さ500nm程度となるように形成する。なお、水素貯蔵合金についてはあらかじめ水素を貯蔵させておいたものを用いる。

続いて、変換層2上にイットリウム(Y)を蒸着することによつて、厚さ50nmの調光層1を形成する。その後、調光層1上にスパッタ法によりITOからなる透明導電膜を形成し、この透明導電膜を液晶表示素子20の画素ピッチとほぼ同じピッチで電極3bと直交するようなストライプ状にパターニングすることによって電極

3 a を形成する。ストライプ状の電極 3 a と電極 3 b との交点ごとに調光領域が規定され、各調光領域は、液晶表示素子 20 の各画素に対応することになる。

このようにして作製された調光素子 10 と液晶表示素子 20 とを、
5 調光領域と画素とが重なるように互いに重ね合わせ、これらを偏光板 40 a、40 b で挟みこみ、さらに、調光素子 10 の背面側にバックライト 30 を配置することによって表示システム 100 A が得られる。なお、バックライト 30 としては、一般的な透過型の液晶表示装置に用いられる照明装置を用いることができる。

10 表示システム 100 A は、調光素子 10 の光透過状態と光反射状態とを電圧印加により切り替えることができ、液晶表示素子 20 を反射型の液晶表示素子としても透過型の液晶表示素子としても機能させることができる。そのため、周囲光の強度に応じ最適な表示モードを選択することができる。さらに、表示システム 100 A では、
15 表示モードの切り替えを調光素子 10 のスイッチングにより行うので、液晶表示素子 20 が有する複数の画素のそれぞれは、光を反射する領域と光を透過させる領域とに分割されている必要がなく、反射モードの表示においても透過モードの表示においても 1 つの画素の全体を表示に寄与させることができる。そのため、従来の透過反射両用型の液晶表示装置に比べると、反射モードおよび透過モード
20 の両方で明るく、コントラスト比の高い表示を実現することができる。従って、表示システム 100 A は、様々な状況下すなわちマルチシーンで好適に使用することができる。

5

また、本実施形態では、電極 3 a、3 b が所定の形状にパターニングされており、調光素子 10 は、それぞれが独立に光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る複数の調光領域を有しているので、液晶表示素子 20 に複数種類の情報が表示されているときには、これらの情報の種類に応じて各調光領域の光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替えることが可能である。そのため、表示システム 100 A はマルチコンテンツの表示に適している。

10

なお、用いる表示素子によっては、反射モードでの表示と透過モードでの表示とで異なる制御が必要な場合がある。そのため、表示素子は、調光素子 10 を透過した光を変調することによって表示を行う表示領域と、調光素子 10 によって反射された光を変調することによって表示を行う表示領域とに、互いに異なる種類の表示信号を供給し得ることが好ましい。

15

20

例えば、液晶表示素子 20 の場合、反射モードでは光が液晶層 23 を 2 回通過するのに対して、透過モードでは光は液晶層 23 を 1 回しか通過しない。そのため、反射モードで表示を行う画素と透過モードで表示を行う画素とでは、同じ階調を出す場合であってもダイナミックレンジが異なり、画素に供給すべき電気信号の大きさも異なる。一般的には、反射モードの方が少ない制御幅で光の特性変化を大きくすることができると考えられる。

従って、液晶表示素子 20 を制御するドライバに入力する信号を、反射モード用および透過モード用の 2 種類用意しておき、調光素子 10 の各調光領域のスイッチングに応じて、液晶表示素子 20 の各

画素に反射モード用の表示信号と透過モード用の表示信号とを選択的に供給することによって、液晶表示素子 20 の各画素で表示モードに最適な表示を行うことができ、より視認性の高い表示を行なうことができる。

5 (実施形態 2)

図 15 を参照しながら、本発明による表示システムの第 2 の実施形態を説明する。

本実施形態における表示システム 100B は、調光素子 10 が液晶表示素子 20 の内部に設置されている点において、図 14 に示した表示システム 100A と異なっている。
10

表示システム 100B では、図 15 に示すように、調光素子 10 が液晶表示素子 20 内に作り込まれている。より具体的には、背面側のアクティブマトリクス基板を製造する際に、調光素子 10 を作製する工程を導入することによって、基板 21 上に調光素子 10 を設ける。
15

例えば、基板 21 上に TFT 28 を形成した後に、各画素に調光素子 10 を作り込む。調光素子 10 は、実施形態 1 と同様にして作製することができる。調光素子 10 を作製した後に、TFT 28 や調光素子 10 を覆うように平坦化膜（オーバーコート層） 29 を形成し、続いて、この平坦化膜 29 上に形成された画素電極 24 と TFT 28 とをスルーホール 29a を介して電気的に接続することによってアクティブマトリクス基板が完成する。その後は、一般的な液晶表示素子の製造工程と同様に、アクティブマトリクス基板と対
20

向基板とを貼り合わせ、液晶層 23 となる液晶材料を注入することによって、調光素子 10 が内部に設置された液晶表示素子 20 が完成する。

本実施形態における表示システム 100B も、調光素子 10 の光反射状態と光透過状態とを切り替えることによって反射モードと透過モードの両方の表示を行うことができるので、図 14 に示した表示システム 100A と同様に、マルチシーンでの使用およびマルチコンテンツの表示に好適に用いられる。

本実施形態によれば、さらに、調光素子 10 が液晶表示素子 20 の内部に設置されているので、表示システム全体として薄型化、軽量化を図ることができる。また、調光素子 10 が液晶表示素子 20 の内部に設置されていることにより、視差を低減することができるので、表示品位をより向上することができる。図 15 に示す例では、調光素子 10 と液晶表示素子 20 との間に基板 21 を介さないので、その分視差が低減される。

(実施形態 3)

図 16、図 17 および図 18 を参照しながら、本発明による表示システムの第 3 の実施形態を説明する。

本実施形態における表示システム 100C、100D、100E は、いずれもカラーフィルタを備えており、カラー表示を行うことができる。表示システム 100C、100D、100E の調光素子 10 や液晶表示素子 20 としては、図 14、図 15 に示した表示システム 100A、100B と同様のものを用いることができる。

図16に示す表示システム100Cでは、液晶表示素子20がカラーフィルタ50を含んでいる。具体的には、カラーフィルタ50は、前面側の基板22の液晶層23側の表面に形成されている。

これに対して、図17に示す表示システム100Dでは、調光素子10がカラーフィルタ50を含んでおり、具体的には、カラーフィルタ50は、前面側の電極3a上に形成されている。
5

また、図18に示す表示システム100Eでは、液晶表示素子20および調光素子10の両方がカラーフィルタ50を含んでおり、カラーフィルタ50は、液晶表示素子20の前面側の基板21上と、
10 調光素子10の前面側の電極3a上とに形成されている。

上述した表示システム100C、100Dおよび100Eは、それぞれカラーフィルタの配置が異なっているが、いずれもカラー表示を行うことができる。図18に示した表示システム100Eは、調光素子10と液晶表示素子20の両方がカラーフィルタ50を備えているので、カラーフィルタによる着色効果が大きく、色純度の
15 高い表示を行うことができる。

(実施形態4)

図19を参照しながら、本発明による表示システムの第4の実施形態を説明する。

20 本実施形態における表示システム100Fは、液晶表示素子20および調光素子10の両方がカラーフィルタを含んでいる。ただし、図18に示した表示システム100Eでは前面側の電極3a上にカラーフィルタ50が形成されているのに対して、本実施形態では、

調光素子 10 の変換層 2' がカラーフィルタとしても機能し、このカラーフィルタとして機能する変換層 2' は、調光層 1 に対して観察者とは反対側に配置されている。

カラーフィルタとしても機能する変換層 2' は、例えば、実施形態 1 で述べた透明な変換層の中に、RGB それぞれの着色顔料を混入することによって形成することができる。RGB それぞれの着色顔料が混入された変換層材料は溶液化できるので、インクジェット法を用い、画素パターンに応じて変換層 2' を形成することができる。勿論、インクジェット法に限定されず、スクリーン印刷法やロール印刷法を用いて形成してもよい。

本実施形態によれば、液晶表示素子 20 にカラーフィルタ 50 が設けられている一方で、調光層 1 の背面側の変換層 2' もカラーフィルタとして機能する。そのため、図 19 に示すように、光は、透過モードで表示を行う際にカラーフィルタを 2 回（カラーフィルタ 50 と変換層 2' とを一回ずつ）通過し、反射モードで表示を行う際にもカラーフィルタを 2 回（カラーフィルタ 50 を 2 回）通過する。つまり、反射モードと透過モードとで光がカラーフィルタを通過する回数が同じである。そのため、反射モードの表示と透過モードの表示とで色味を近くすることができ、表示品位をより向上することができる。

これに対して、図 16、図 17、図 18 に示した表示システム 100C、100D、100E では、反射モードと透過モードとで光がカラーフィルタを通過する回数が異なっており、光がカラーフィ

ルタを通過する回数は、反射モードでは透過モードの2倍となる。そのため、カラーフィルタの色を透過モードで色味が最適になるように設定すると、反射モードでは表示が暗くなってしまう。また、逆に、カラーフィルタの色を反射モードで色味が最適になるように設定すると、透過モードでは色が薄くなってしまう。
5

表示システム100Fでは、反射モードの表示時には光は液晶表示素子20のカラーフィルタ50のみを2回通過する。そのため、カラーフィルタ50の色を調節することで反射モードでの色味を最適化できる。また、透過モードの表示時には光は液晶表示素子20のカラーフィルタ50と調光素子10のカラーフィルタ（変換層2'）とを1回ずつ通過する。そのため、カラーフィルタ50を反射モードで色味が最適になるように設定した上で、変換層2'の色を調節することで、透過モードでの色味も最適化できる。

15 (他の調光素子)
上記の説明では、調光材料を含む薄膜を調光層として備えた調光素子を例示したが、調光材料が粒子化されたタイプの調光素子を用いることもできる。

図20を参照しながら、このタイプの調光素子の基本的な構成を説明する。この調光素子は、図20に示すように、調光層M1および変換層M2を含む積層構造を備え、調光層M1の光反射率が外部刺激に応答して変化する。
20

調光層M1は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料の粒子m1（以下、「調光粒子」ということがある）を含ん

でいる。調光材料の好ましい例は、前述したY、La、Mg₂Ni合金であり、Y、La、Mg₂Ni合金などの材料は、水素濃度に応じて金属－半導体（または絶縁体）状態間の遷移を行う。調光層M1は、例えばバインダ樹脂を含んでおり、上記調光粒子m1はバインダ樹脂に分散している。また、調光層M1は、変換層M2から水素イオンもしくは水素を運ぶための電解質性の材料（導電性高分子など）を含んでいる。
5

変換層M2は、水素などの特定元素を含有し得る変換材料を含んでいる。変換材料は、電荷（電子や正孔）の注入／放出または光照射などの外部刺激に応じて、上記の特定元素（例えば水素）を放出または吸収する。
10

この調光素子も、図5に示した調光素子と同じメカニズムにより、反射状態と透明状態とをスイッチングすることができる。ただし、調光層M1は調光粒子m1を含んでいるので、個々の調光粒子m1
15 は金属状態にあるときに光をミラー反射するものの、反射方向はランダムであり、調光層M1全体としては光を拡散反射する。これにより、白色の反射光が得られる。

調光材料を粒子化することにより以下のメリットが得られる。調光材料からなる薄膜を調光層として用いる場合と比べて、調光材料の表面積を大きくすることができる。従って、調光材料と水素との反応効率が向上し、より高速なスイッチングが可能になる。また、調光層に含まれる調光材料の状態をより確実に制御することができるので、調光層の拡散反射状態と透明状態との反射率の差を拡大で
20

きる。そのため、この調光素子を表示システムに用いると、より明確な表示が得られる。さらに、この調光素子では、調光層に入射する光が拡散反射されるので、表示システムへの適用に特に有利である。

5 調光粒子m₁が光を反射するためには、各調光粒m₁子は可視光波長よりも大きな粒径を持つことが望ましい。従って、調光粒子m₁の粒径は、好ましくは350 nm以上である。より好ましくは800 nm以上である。800 nm以上であれば、可視光が調光粒子m₁を透過することをより確実に防止できるので、調光層M₁の光の反射率を高めることができる。一方、調光粒子m₁の粒径は、調光層M₁の厚さよりも小さいことが好ましい。粒径が調光層M₁の厚さよりも大きいと、上述したような調光材料を粒子化するメリットが得られない。より好ましくは、調光粒子m₁の粒径は30 μm以下である。さらに好ましくは、粒径は3 μm以下である。調光材料の粒径を例えば1 μmとすると、調光層M₁の厚さは3 μm程度とすることが好ましい。

図20の構造を有する調光素子は、図6(a)～(c)に示すように、電荷の注入／放出により水素イオンが調光層M₁と変換層M₂との間を移動するメカニズムを利用しているが、これとは異なるメカニズムを採用してもよい。例えば電気化学的な反応により、水素イオンが変換層M₂と調光層M₁との間を移動するメカニズムを利用することもできる。この場合は、調光層M₁に含まれるバインダ樹脂を固体電解質として用いてもよいし、調光層M₁と変換層M

2との間に固体電解質の層をさらに設けてもよい。この場合は変換層M 2内に含まれる変換材料は必ずしも水素を貯蔵、放出する材料である必要はなく、調光材料に起こる水素イオン反応に対応するようなカウンターイオンの反応が起こるものでもよい。

5 あるいは、変換層M 2を備えていなくてもよい。この場合は、雰囲気の水素圧力に応じて水素イオンが調光層M 1と雰囲気との間で移動するメカニズムを利用してもよい。または、調光層M 1がさらに変換材料を含んでおり、調光層M 1内部で、水素イオンを調光粒子m 1と変換材料との間で移動させてもよい。

10 何れのメカニズムを利用する場合でも、調光層M 1の光学的特性は、水素イオンの濃度に応じて図20に示すように変化する。

なお、上記のうちでは、電荷の注入／放出により水素イオンを移動させるメカニズムを利用するすることが好ましい。電荷（電子や正孔）の移動によって水素の平衡状態を変化させることにより水素を駆動する場合は、水素イオン以外の他のイオンを反応に関与させる必要がない。このため、複数種のイオンが関与する電気化学的な反応によるメカニズムを利用する場合と比べて応答速度が高いという利点がある。また、電気化学的な反応が生じないため、正極側で水素ガスが発生する可能性も低く、電子素子としての安定した動作が可能になる。

以下、調光粒子m 1を含む調光素子のより具体的な構成を説明する。

図21に示す調光素子10Eは、調光層1および変換層2を含む

5

積層構造を備えている。この積層構造は図 20 に示す構造と実質的に同じである。調光層 1 の光反射率（光学的特性）は電気的刺激に応答して変化する。この調光素子 10 E は、調光層 1 および変換層 2 を挟みこむ一対の電極 3 a、3 b と、積層構造を支持する基板 4 とを備えている。一対の電極 3 a、3 b には、外部から適切な電圧が印加され得るが、適宜、電極 3 a と電極 3 b とを単純に短絡させることも可能である。

10

なお、基板 4 に対する変換層 2 および調光層 1 の積層順序は、図示されているものに限定されず、基板 4 に近い側に変換層 2 を配置し、その上に調光層 1 を形成してもよい。

調光層 10 E では、水素濃度に応じて光学的特性が変化する調光材料を用いて形成された微粒子（例えばイットリウム、ランタン、以下「調光微粒子」という）がバインダ樹脂に分散している。

15

変換層 2 は、水素を含有し得る変換材料を含んでいる。この変換材料は電極 3 aとの間で電子の授受を行うことにより、水素イオン (H^+) の放出／吸収を行うことができる。

20

図示する例では、電極 3 a に正の電位を与え、電極 3 b に負の電位を与えると、あらかじめ充分な量の水素を含有している変換層 2 の変換材料から水素イオンが放出される。放出された水素イオンは、積層構造中に形成された電界中を移動し、調光層 1 に達した後、調光微粒子にドープされる。このような水素の放出および移動のメカニズムは、前述したとおりである。調光微粒子の調光材料は、水素と結合することにより水素金属化合物を形成する。この結果、当初

は金属状態にあった調光微粒子は、可視光を透過する半導体または絶縁体に変化する。

調光層 1 に含まれる調光微粒子の平均粒径は例えば $1 \mu\text{m}$ である。調光微粒子は典型的にはバインダ樹脂に分散している。バインダ樹脂として、例えばガラスとほぼ同等の屈折率を有するアクリル系樹脂を用いる。また、調光層 1 は、さらに、調光微粒子と変換層 2 の間で水素イオンおよび電荷のやりとりを行うための電気伝導性材料を含んでいる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことが出来る材料、電荷（電子または正孔）を伝導させる導電性高分子（例えば P 2）や電荷移動錯体を用いることができる。

調光層 1 は、バインダ樹脂の溶液に上記の調光微粒子を分散させ、さらに電気伝導性材料を溶解させた塗布溶液を用意した後、例えばスピンドルコート法によって塗布溶液を電極 3 b 上に塗布することによって形成できる。調光層 1 の厚さは例えば $3 \mu\text{m}$ 程度である。調光層 1 の形成を、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いて行っても良い。調光層 1 の光入射側の面は、平坦であってもよいし、凹凸を有していてもよい。凹凸を有する調光層 1 は、例えば、凹凸を有する基板 4 または電極 3 b を用いて、凹凸を有する下地の上に上記塗布溶液を塗布することによって形成できる。

好みしい調光層 1 の厚さは、 $1.5 \mu\text{m}$ 以上 $50 \mu\text{m}$ 以下である。 $1.5 \mu\text{m}$ 未満であれば、高い反射率を有する調光層 1 が得られなかつたり、調光層 1 に用いる調光微粒子の粒径が制限されたりする。

一方、 $50 \mu\text{m}$ を超えると、調光層1の導電性が低くなる可能性がある。

変換層2に含まれる変換材料は、定常状態で水素の原子またはイオンを貯蔵し保持することができ、外部刺激に応じて、水素貯蔵量（保持量）を変化させる。このような水素を貯蔵できる材料としては、LaNi₅、MnNi₅、CaNi₅、TiMn_{1.5}、ZrMn_{1.5}、ZrMn₂、TiNi、TiFe、Mg₂Niなどの合金を用いることができる。また、カーボンナノチューブ(CNT)を用いることもできる。

変換層2は、水素貯蔵材料のほかに電気伝導性材料を含んでいてもよい。電気伝導性材料が変換層2に含まれていると、調光層1との間で水素イオンのやりとりを迅速に行うことができる。電気伝導性材料としては、液体または固体電解質のようにイオン伝導を行うことが出来る材料、電荷（電子または正孔）を伝導させる導電性高分子や電荷移動錯体を用いることができる。また、変換層2には、上記の水素貯蔵材料や電気伝導性材料以外とは別に必要に応じてバインダ樹脂などの結合材料を加えても良い。なお、一方の電極から注入された電荷がそのまま他方の電極に移動してしまうことを確実に抑制するため、調光層と変換層との間にセパレータ層を挿入してもよい。セパレータ層の材料としては、イオンの移動が可能でありながら電荷の移動は生じにくい材料を選択することが望ましい。例えば、イオン交換体、多孔質絶縁物、イオン導電性高分子材料などを用いることができる。このような材料からなるセパレート層を配

置すれば、電極から注入された電荷が反対の電極に突き抜けることが確実に防止されるため、調光層と変換層との間における電荷の移動効率を高めることができる。

変換層2が複数の材料の混合物から形成される場合、これらの材料を溶媒に溶解させた溶液を用意し、スピンドルコート法や印刷法によって塗布すれば、変換層2を用意に形成することができる。このような変換層2の形成は、インクジェット法やその他の薄膜堆積技術を用いて行っても良い。

以上説明したように、調光素子10Eでは、電極3a、3bに電圧を印加することにより、変換層2の内部で電荷およびイオンの授受が行われる結果、前述したメカニズムにより、変換層2と調光微粒子との間で水素の移動を引き起こすことができる。このため、例えば、初期状態で水素がドープされていない調光層1と、あらかじめ水素を貯蔵した変換層2とを用い、図20に示すような電圧を印加すると、水素イオンが正極側から負極側に移動して、調光微粒子にドープされる。すなわち、正極側では水素放出反応が進行し、負極側では水素と金属との結合反応が進行して、水素金属化合物が形成される。これに対して、逆方向の電圧を印加すると、逆方向に水素の移動が生じるため、印加電圧の極性を交替することにより、調光層1の光学的状態を金属光沢-透明の間で可逆的に切り替えることができる。

変換層2に貯蔵された水素の移動だけを考えると、電極3aと電極3bとを積層構造の外部で短絡させてもよい。このような短絡は、

二次電池における放電と同様の現象であり、積層構造の内部状態を初期状態に復帰させることができる。

変換層 2 と調光層 1 とが水素を保持する能力を持つため、電圧の印加を行わないとき（外部の回路を開放しているとき）、水素の移動が生じず、調光層 1 の光学的状態が保持される（調光層のメモリ機能）。このため、水素保持能力に優れた材料を選択すれば、電力を消費することなく調光状態を長期間保持することができる。
5

上記の例とは逆に、あらかじめ水素をドープした調光層 1 と、水素を貯蔵していない状態の変換層 2 とを用いてもよい。その場合は、
10 調光層 1 に正電位を、変換層 2 に負電位を与えることにより、調光層 1 から変換層 2 に水素を移動させ、それによって調光層 1 における調光材料の光学的状態を変化させても良い。

調光素子 10 E では、水素のドーピング量によって調光微粒子の光反射率／光透過率を制御することができるため、電極に印加する電圧や印加時間（デューティ比など）を調節することにより、調光層 1 の光反射率／光透過率を制御することができる。水素保持能力に基づくメモリ性を利用すれば、適切な光反射率／光透過率を保持することも容易である。
15

このような水素の貯蔵／放出を適切に制御する際には、図 7 に示した調光素子 10 について図 8 を参照しながら説明したように、水素平衡圧－組成等温線（P T C 特性曲線）に注目する必要がある。
20

調光素子 10 E についても、P T C 特性曲線のプラトー領域でスイッチング動作を行うことが好ましい。また、変換層 2 および調光

層 1 は略同様の P T C 特性を示すことが望ましい。より具体的には、図 8 に示すように、変換層 2 および調光層 1 の P T C 特性曲線におけるプラトー領域の「水素貯蔵量」の範囲が重なり合い、かつ、「水素平衡圧力」のレベルがほぼ等しいことが望ましい。また、変換層 2 における P T C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）は、調光層 1 における P T C 特性曲線のプラトー領域の水素貯蔵量範囲（幅）を含む大きさを有していることが更に好ましい。

再び、図 2 1 を参照する。図 2 1 に示す調光素子 1 0 E は、金属拡散反射状態と透明状態との間でスイッチングを行うので、素子全体として透明度が高いことが好ましい。透明度の高い状態を形成するには、基板 4 および電極 3 a、3 b だけではなく、変換層 2 を可視光域の全範囲で透過率の高い（吸収の無い）材料から形成する必要がある。しかし、水素貯蔵材料などの変換材料は、金属または着色した材料である場合が多く、このような変換材料の層から透明性の高い変換層 2 を形成することは難しい。このため、変換材料の微粒子を透明な材料と混合することによって変換層 2 を形成することが好ましい。具体的には、光の波長以下の粒径を持つナノ粒子を変換材料から形成し、このナノ粒子を透明性に優れたバインダ樹脂で結合することができる。このようにして作製される変換層 2 は、透明性および水素貯蔵能力の両方を発揮することができるだけではなく、変換材料がナノ粒子化することにより、その表面積が増加するため、水素の吸放出効率も上昇することも期待される。変換材料による水素の吸放出効率が上昇すると、調光動作の応答速度が向上す

るので好ましい。超微粒子状態の変換材料としては、カーボン系材料（C N T、フラーレンなど）やカリウムー黒鉛層間化合物などを用いることもできる。

調光層 1 と変換層 2との間における電荷やイオンのやりとりを行うため、調光層 1 と変換層 2との間に導電性高分子 P 1 の膜を配置することが好ましい。電荷移動性をもつ高分子膜に加えて、電解質膜を配置してもよい。このような膜を配置すると、水素イオンの移動が電解質を介して起こりやすいので、特性を向上させることも可能である。

以下、図 2 2 および図 2 3 を参照しながら、調光粒子を含むタイプの他の調光素子 1 0 F、1 0 G、1 0 H を説明する。

図 2 2 (a) に示す調光素子 1 0 F は、変換層を第 1 変換層 2 a と第 2 変換層 2 b との複数層に分離した構成を有している。ここまで説明した調光素子では、水素などの特定元素を調光層 1 にドープすることによって調光層 1 の状態を変化させるため、2 つの変換層 2 a、2 b で調光層 1 を挟み込む構成を採用すれば、効率的なドーピングが可能となり、調光に必要な状態変化の速度が向上する。調光層 1 は、電極として機能し得るため、図 2 2 (a) の例では、調光層 1 を電極として用いている。

図 2 2 (a) の調光素子では、水素の吸放出を行う部分が第 1 変換層 2 a、調光層 1 、および第 2 変換層 2 b の 3 層構造を有しているが、更に多層化することも可能である。調光層 1 が单層であれば、調光の程度が不充分な場合でも、調光層 1 の層数を増加させること

により、調光の程度を充分に大きくすることが可能になる。

調光層 1 の導電性が低いために電極として用いることができない場合には、図 2 2 (b) に示す調光素子 10 G のように、調光層を第 1 調光層 1 a と第 2 調光層 1 b との 2 層に分離し、これらの調光層の間に電極 3 c を挿入してもよい。図 2 2 (b) の調光素子 10 Gにおいても、調光層 1 をさらに多層化することができる。

図 2 2 (a) および (b) の何れの調光素子も、各層を順次積層することで容易に作製できる。なお、調光層、変換層、電極および基板は、積層数が異なる以外は図 2 1 に示した調光素子 10 E と同様の構成を有し得る。

図 2 3 に示す調光素子 10 H では、変換層 2 の機能分離を行うため、変換層 2 に多層構造を付与している。前述のように、変換層 2 の機能は水素を貯蔵し、また、電荷の注入／放出に応じて水素を放出／再貯蔵することである。これらの機能を 1 つの材料で実行するよりも、機能ごとに異なる材料を選択し、それぞれの材料からなる層を重ねるほうが容易である。すなわち、変換層を、電荷またはイオンのやりとりを行うための電荷輸送材料または電解質材料から形成した第 1 変換層 2 a と、水素貯蔵の機能を持つ材料から形成した第 1 変換層 2 a とに分離することにより、効率のよい水素移動を行うことができる。

ここでは、導電性高分子材料 P 1 (電子、正孔両電荷を輸送できる材料) と、屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂を混合して形成した電荷・イオン交換層を第 1 変換層 2 a として用いている。

また、A B 5 型M m水素貯蔵合金であるN i 合金の超微粒子（分散中心半径 1 0 n m）を屈折率がガラスとほぼ同等のアクリル系樹脂と混合したブレンド樹脂を用いて第 2 変換層 2 b として機能させている。なお、このような変換層の機能分離は、図 2 1 や図 2 2 に示した何れの調光素子にも適用することができる。

なお、本発明による表示システムに用いられる調光素子としては、ここで挙げたものに限定されず、光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈することができるものであれば用いることができる。例えば、コレステリック液晶材料からなる液晶層を備えた液晶素子や、高分子分散型の液晶層を備えた液晶素子を調光素子として用いてもよい。このような液晶素子を調光素子として用いた場合であっても、調光素子が、複数の調光領域を有し、且つ、表示素子に表示されている情報の種類に応じて各調光領域の光反射状態と光透過状態とを選択的に切り替え得る構成を有していることによって、コンテンツの種類に応じて最適な視認性のモードで表示を行うことができる。そのため、表示システムをマルチコンテンツの表示に好適に用いることができる。

ただし、図示して説明したような金属反射状態と透過状態とをスイッチングできる調光素子は、金属反射状態を利用するので光の利用効率（反射率）を高くすることができ、また、メモリ性を有しているので消費電力を低減することができる。そのため、このような調光素子を用いることによって、マルチシーンでの使用に特に適した表示システムが得られる。

これに対して、コレステリック液晶を用いた液晶素子は、原理的に入射光の半分（p波とs波のいずれか一方）しか反射できないし、透過状態においても反射光が存在するので光の利用効率が低い。また、高分子分散型液晶を用いた液晶素子は、メモリ性を有しないので、液晶層に常に電圧を印加しておく必要があり、消費電力の点で不利であるし、高分子のマトリクス中に分散された球状の液晶材料は、マトリクス材料との屈折率差による全反射条件で光を反射するので、全方向の光を反射することはできない。金属反射状態を利用する調光素子は、基本的に全方向からの光を反射することができる
5 ので、光の利用効率が高い。
10

なお、光をミラー反射できる調光素子（例えば図7などに示されている）を表示素子の前面に配置すると、ディスプレイと鏡とを兼用したインテリアとして表示システムを用いることが出来る。

15 産業上の利用可能性

本発明によると、透過モードの表示および反射モードの表示の両方で良好な表示特性を有し、マルチシーンでの使用および／またはマルチコンテンツの表示に好適な表示システムが提供される。

請求の範囲

1. 光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、
前記調光素子を透過した光および／または前記調光素子によって
5 反射された光を変調することによって情報を表示する表示素子とを
備えた表示システムであって、

前記調光素子は、それぞれが独立に光反射状態と光透過状態とを
切り替えて呈し得る複数の領域を有し、前記表示素子に複数種類の
情報が表示されているとき、前記表示されている情報の種類に応じ
10 て前記複数の領域のそれぞれの光反射状態と光透過状態とを選択的
に切り替え得る、表示システム。

2. 前記表示素子は、前記調光素子を透過した光を変調すること
によって表示を行う第1の表示領域と、前記調光素子によって反射
15 された光を変調することによって表示を行う第2の表示領域とに互
いに異なる種類の表示信号を供給する、請求項1に記載の表示シス
テム。

3. 前記表示素子は、複数の画素を有し、
前記調光素子が有する前記複数の領域のそれぞれは、前記複数の
20 画素のそれぞれに一対一で対応している、請求項1または2に記載
の表示システム。

4. 前記調光素子は、第1層および第2層を含む積層構造を備え、
25 外部刺激に応答して前記第1層の光反射率が変化する調光素子であ

って、

前記第1層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、

前記第2層は、前記特定元素を含有し得る第2材料を含み、前記
5 第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収す
る、請求項1から3のいずれかに記載の表示システム。

5. 前記調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であって、

10 前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第1材料は粒子である、請求項1から3のいずれかに記載の表示システム。

6. 光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、
15 入射光を変調することによって表示を行う表示素子とを備えた表
示システムであって、

前記調光素子は、第1層および第2層を含む積層構造を備え、外
部刺激に応答して前記第1層の光反射率が変化する調光素子であり、

前記第1層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第
20 1材料を含んでおり、

前記第2層は、前記特定元素を含有し得る第2材料を含み、前記
第2材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収す
る、表示システム。

25 7. 前記表示素子は、前記調光素子を透過した光および／または
前記調光素子によって反射された光を変調することによって表示を

行う、請求項 6 に記載の表示システム。

8. 前記元素は水素であり、前記第 1 材料は、水素濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る、請求項 4、6 および
5 7 のいずれかに記載の表示システム。

9. 前記第 2 層は、水素貯蔵材料を含んでいる請求項 8 に記載の表示システム。

10 10. 前記第 1 層および前記第 2 層の各々の水素平衡圧 - 組成等温線（P T C 特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作する請求項 9 に記載の表示システム。

15 11. 前記 P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記第 1 層および前記第 2 層の水素平衡圧力がほぼ同等である請求項 10 に記載の表示システム。

20 12. 前記第 2 層における P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記第 1 層における P T C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいる請求項 11 に記載の表示システム。

25 13. 前記第 2 材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 4 および 6 から 12 のいずれかに記載の表示システム。

14. 前記第2材料は、光の照射により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項4および6から13のいずれかに記載の表示システム。

5 15. 前記第2層は、光触媒性を有する材料を含んでいる請求項14に記載の表示システム。

10 16. 前記特定元素のイオンを前記第2材料から前記第1材料へ、または前記第1材料から前記第2材料へ移動させるための電界を形成する1対の導電層を備えている請求項4および6から15のいずれかに記載の表示システム。

17. 前記第1および第2層は、前記一対の導電層の間に位置している請求項16に記載の表示システム。

15 18. 前記第1層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する請求項16または17に記載の表示システム。

20 19. 前記第2層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する請求項16または17に記載の表示システム。

20. 前記第2層は、光透過性を有している請求項4および6から19のいずれかに記載の表示システム。

25 21. 前記第1層および第2層の少なくとも一方が多層構造を有している請求項4および6から20のいずれかに記載の表示システ

ム。

22. 光反射状態と光透過状態とを切り替えて呈し得る調光素子と、

5 入射光を変調することによって表示を行う表示素子とを備えた表示システムであって、

前記調光素子は、外部刺激に応答して光反射率が変化する調光層を備えた調光素子であり、

10 前記調光層は、特定元素の濃度に応じて光学的特性が変化する第1材料を含んでおり、前記第1材料は粒子である、表示システム。

23. 前記表示素子は、前記調光素子を透過した光および／または前記調光素子によって反射された光を変調することによって表示を行う、請求項22に記載の表示システム。

15

24. 前記第1材料は、前記特定元素の濃度に応じて光反射状態と光透過状態との間を遷移し得る、請求項5または22に記載の表示システム。

20

25. 前記第1材料が前記光反射状態のとき、前記調光層は光を拡散反射する、請求項24に記載の表示システム。

25

26. 前記粒子の直径は350nm以上であり、かつ前記調光層の厚さ以下である、請求項5および22から25のいずれかに記載の表示システム。

27. 前記特定元素は水素である、請求項 5 および 22 から 26 のいずれかに記載の表示システム。

28. 前記特定元素を含有し得る第 2 材料を含む変換層をさらに備え、前記第 2 材料は前記外部刺激に応じて前記特定元素を放出または吸収する、請求項 5 および 22 から 27 のいずれかに記載の表示システム。
5

29. 前記特定元素は水素であり、前記変換層は水素貯蔵材料を含んでいる、請求項 28 に記載の表示システム。
10

30. 前記調光層および前記変換層の各々の水素平衡圧－組成等温線（P.T.C 特性曲線）がほぼ平坦である領域において動作する請求項 29 に記載の表示システム。

15

31. 前記 P.T.C 特性曲線がほぼ平坦である領域で、前記調光層および前記変換層の水素平衡圧力がほぼ同等である請求項 30 に記載の表示システム。

20

32. 前記変換層における P.T.C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲は、前記調光層における P.T.C 特性曲線がほぼ平坦である領域の水素貯蔵量の範囲を含んでいる請求項 31 に記載の表示システム。

25

33. 前記第 2 材料は、電子の授受により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 5 および 22 から 32 のいずれかに記載の

表示システム。

3 4. 前記第 2 材料は、電気化学的反応により、前記特定元素の放出または吸収を行う請求項 5 および 2 2 から 3 2 のいずれかに記載の表示システム。
5

3 5. 前記特定元素のイオンを前記第 2 材料から前記第 1 材料へ、または前記第 1 材料から前記第 2 材料へ移動させるための電界を形成する 1 対の導電層を備えている請求項 5 および 2 2 から 3 4 のいずれかに記載の表示システム。
10

3 6. 前記調光層および前記変換層は、前記一対の導電層の間に位置している請求項 3 5 に記載の表示システム。

15 3 7. 前記調光層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する請求項 3 5 または 3 6 に記載の表示システム。

3 8. 前記変換層は導電性を有しており、前記一対の導電層の一方として機能する請求項 3 5 または 3 6 に記載の表示システム。
20

3 9. 前記変換層は、光透過性を有している請求項 5 および 2 2 から 3 8 のいずれかに記載の表示システム。

4 0. 前記調光層および変換層の少なくとも一方が多層構造を有している請求項 5 および 2 2 から 3 9 のいずれかに記載の表示システム。
25

4 1. 前記表示素子は、一対の基板と、前記一対の基板間に設けられた液晶層とを有する液晶表示素子である、請求項 1 から 4 0 のいずれかに記載の表示システム。

5

4 2. 前記表示素子に対して観察者とは反対側に配置された照明装置をさらに備えている、請求項 1 から 4 1 のいずれかに記載の表示システム。

10

4 3. 前記調光素子は、前記表示素子と前記照明装置との間に配置されている、請求項 4 2 に記載の表示システム。

4 4. 前記調光素子は、前記表示素子の内部に設置されている請求項 1 から 4 2 のいずれかに記載の表示システム。

15

4 5. 前記表示素子は、第 1 のカラーフィルタを含んでいる、請求項 1 から 4 4 のいずれかに記載の表示システム。

20

4 6. 前記調光素子は、第 2 のカラーフィルタを含んでいる、請求項 1 から 4 5 のいずれかに記載の表示システム。

25

4 7. 前記表示素子は、第 1 のカラーフィルタを含み、前記調光素子は、第 2 のカラーフィルタを含み、前記第 2 のカラーフィルタは、前記第 1 層に対して観察者とは反対側に配置されている、請求項 4 および 6 から 2 1 のいずれかに記載の表示システム。

4 8 . 前記表示素子は、第 1 のカラーフィルタを含み、前記調光素子は、第 2 のカラーフィルタを含み、前記第 2 のカラーフィルタは、前記調光層に対して観察者とは反対側に配置されている、請求項 5 および 22 から 39 のいずれかに記載の表示システム。

図1

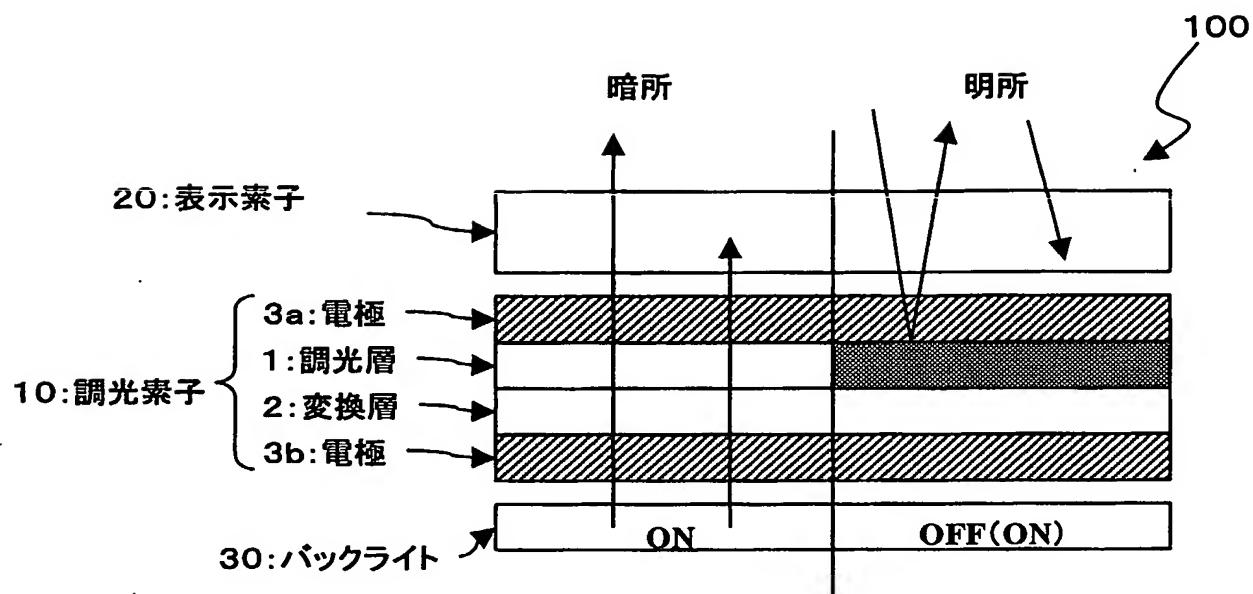


図2

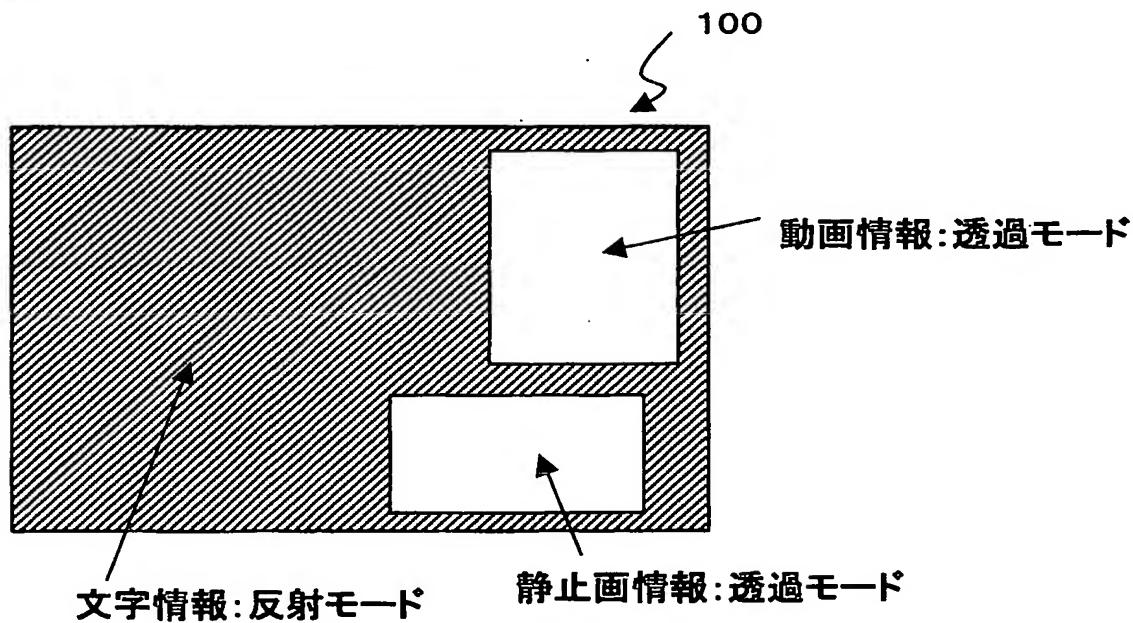
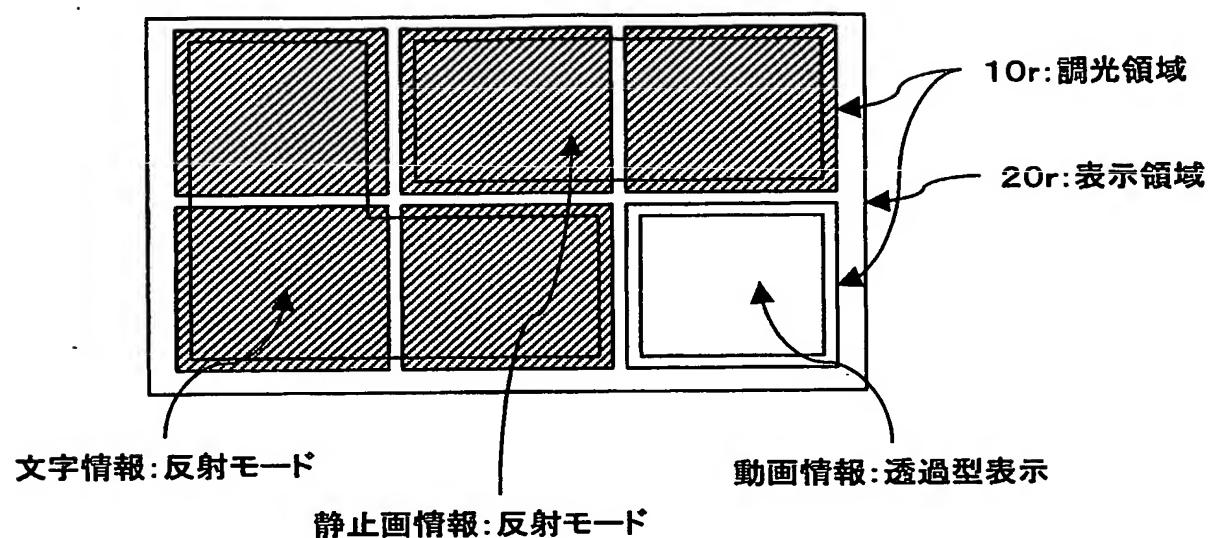


図3

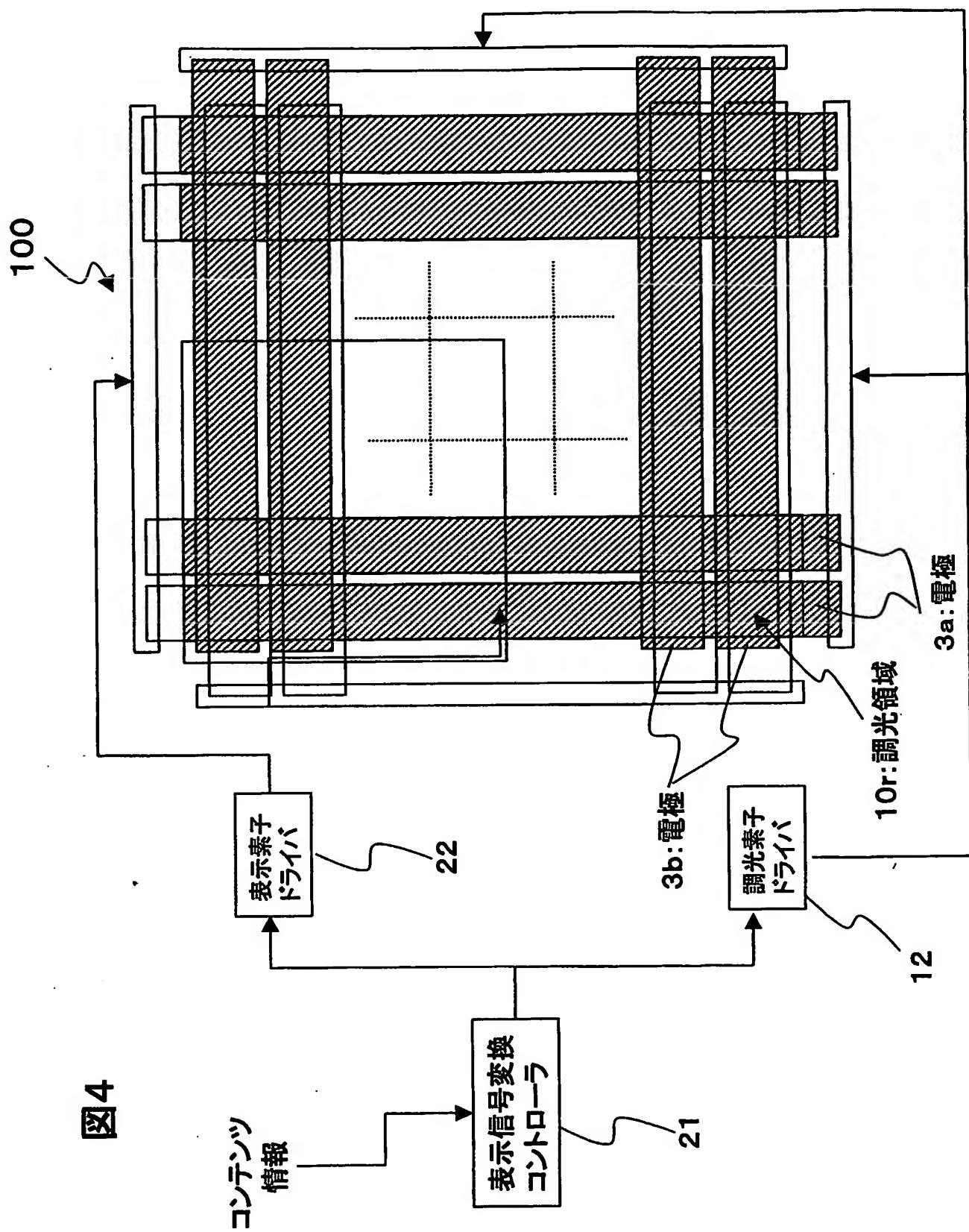


図5

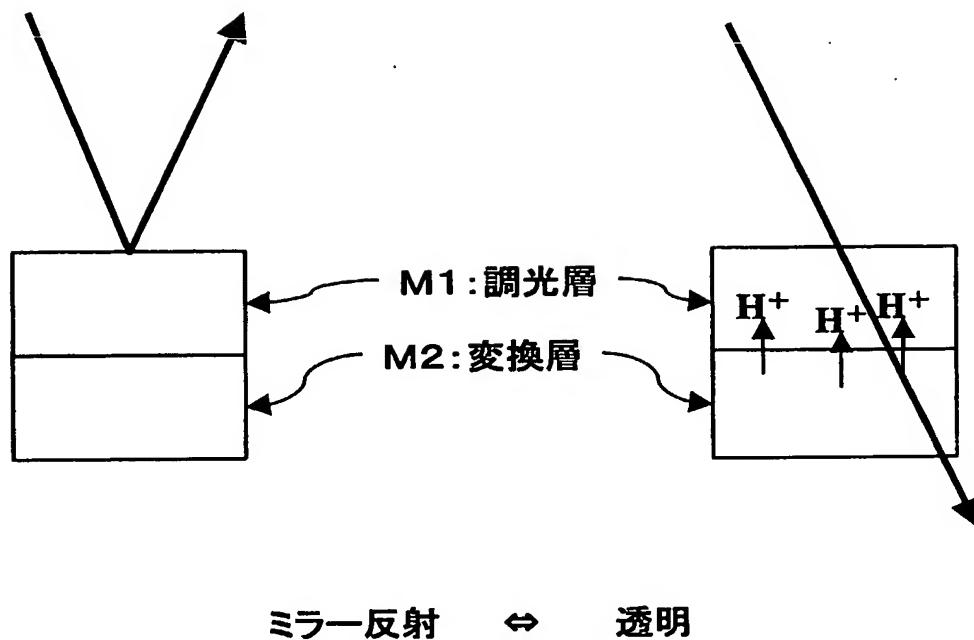


図6

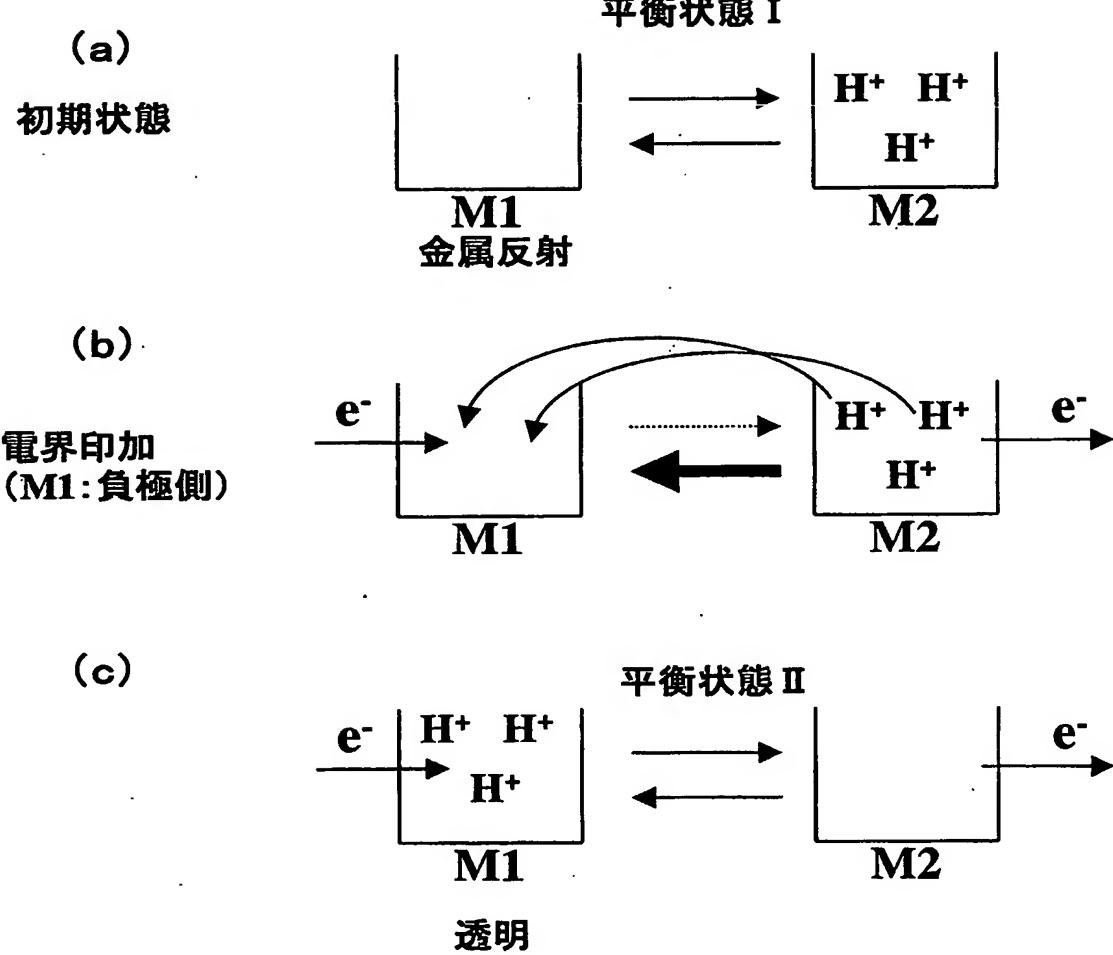


図7

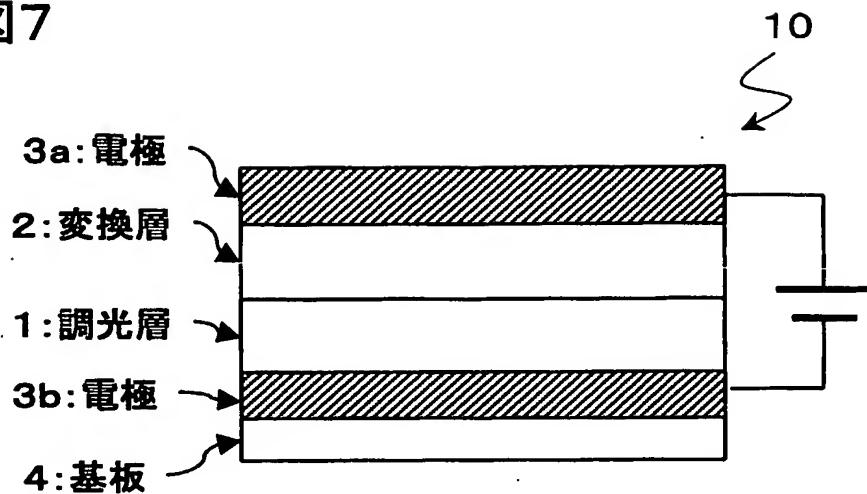


図8

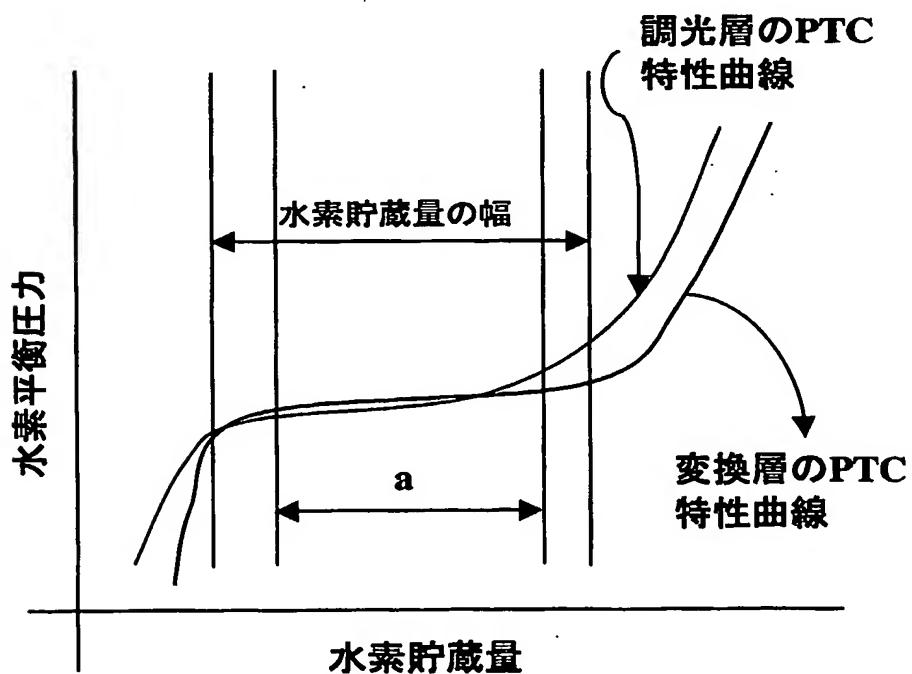


図9

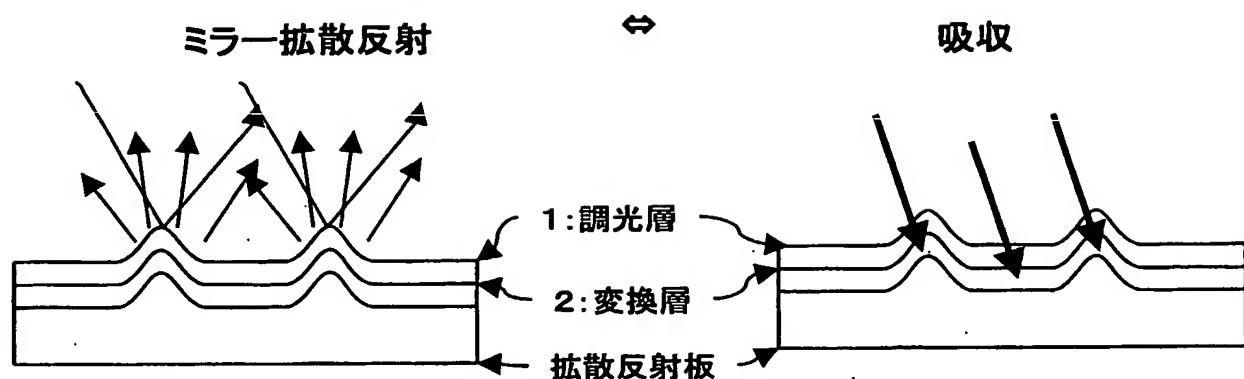


図10

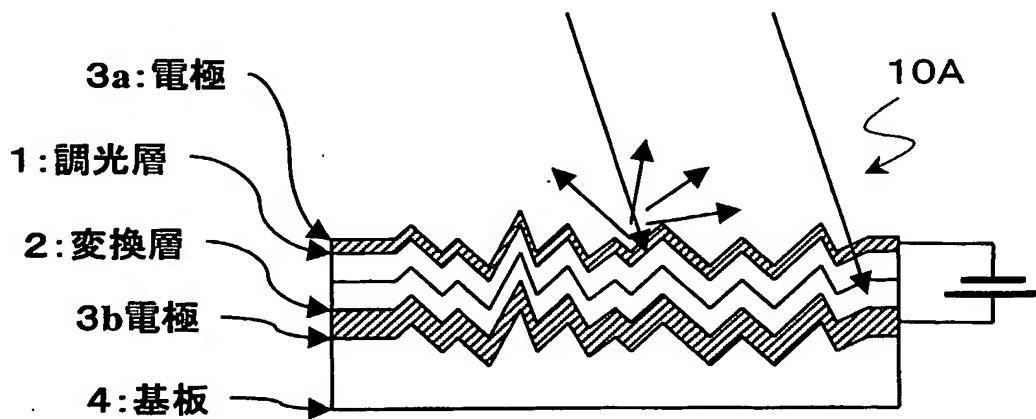


図11

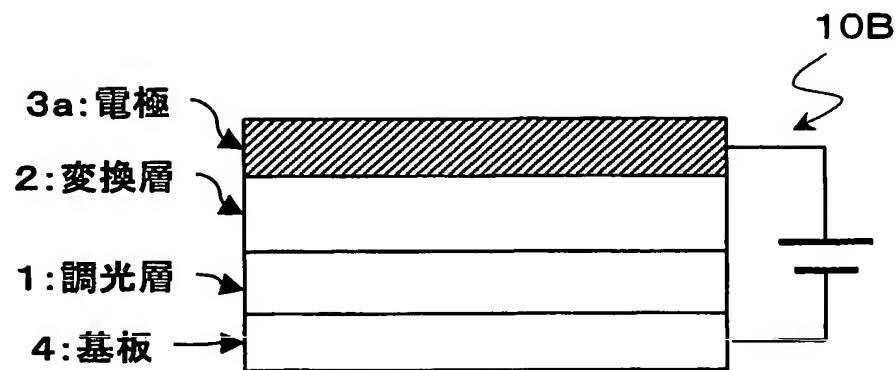


図12

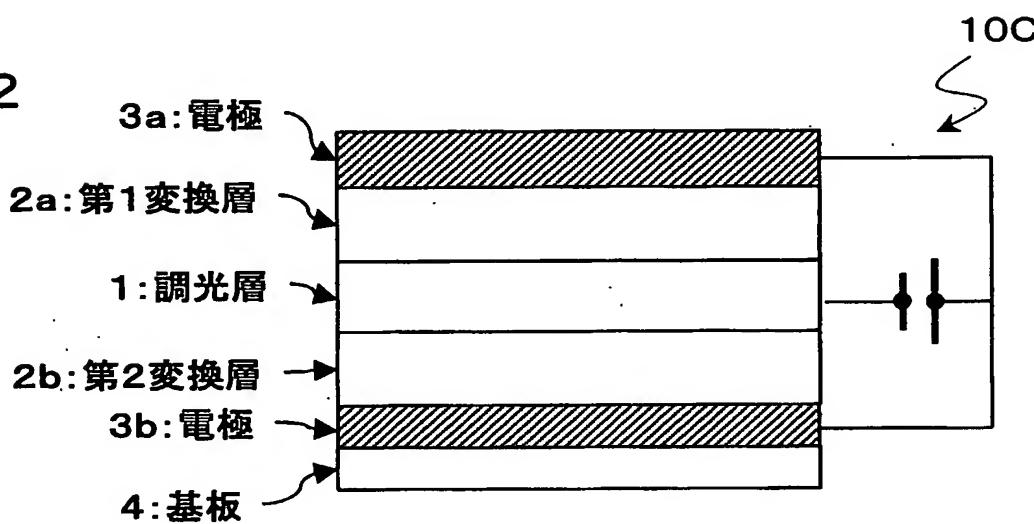


図13

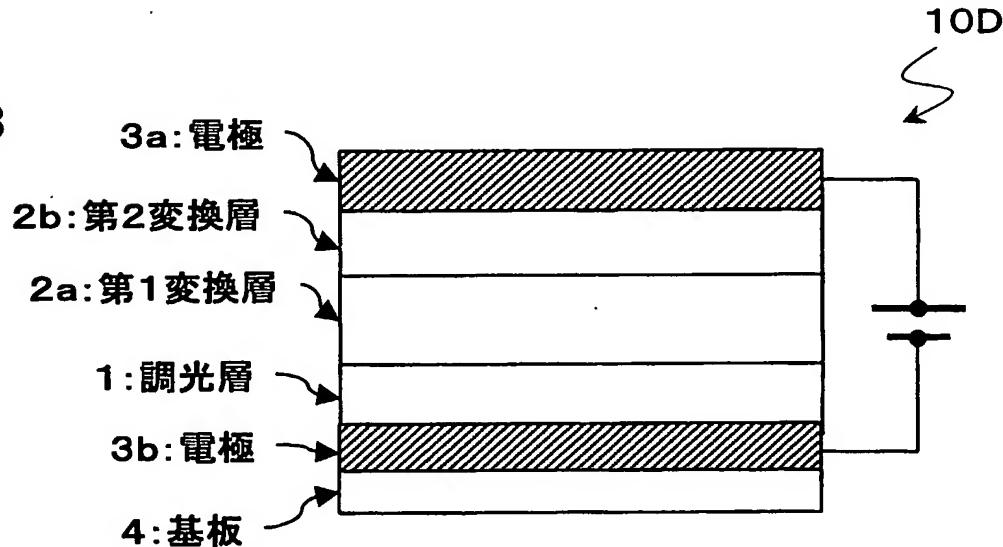


図 14

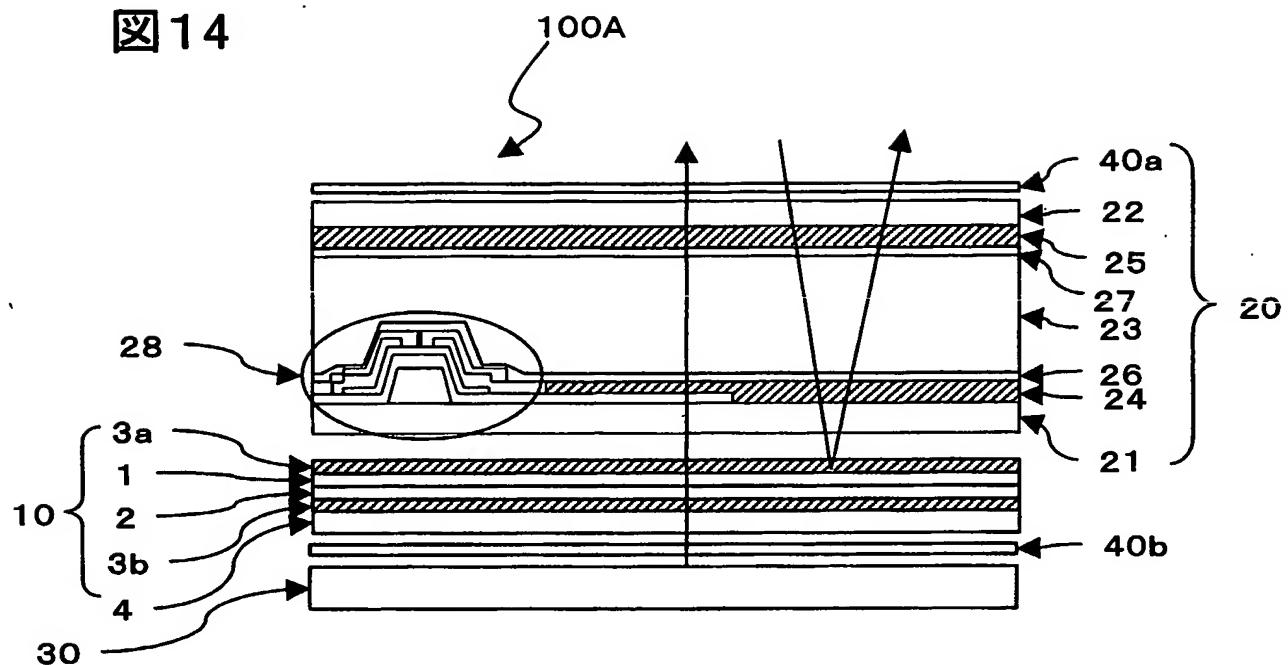


図 15

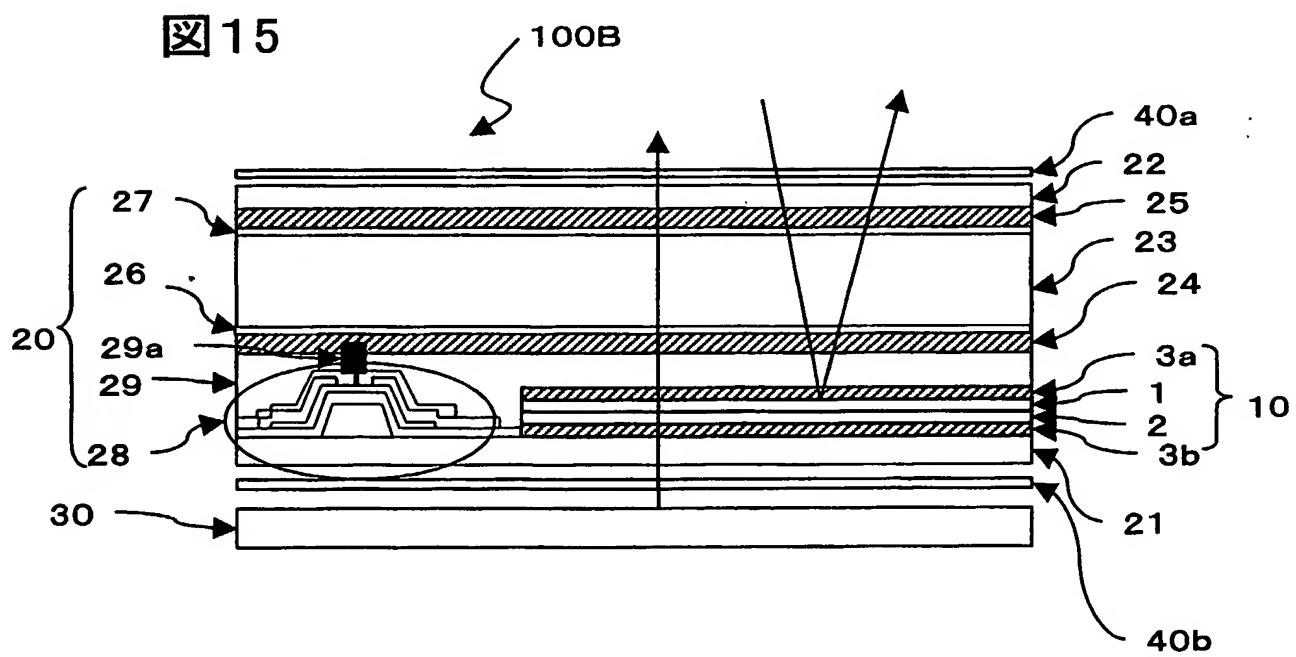


図16

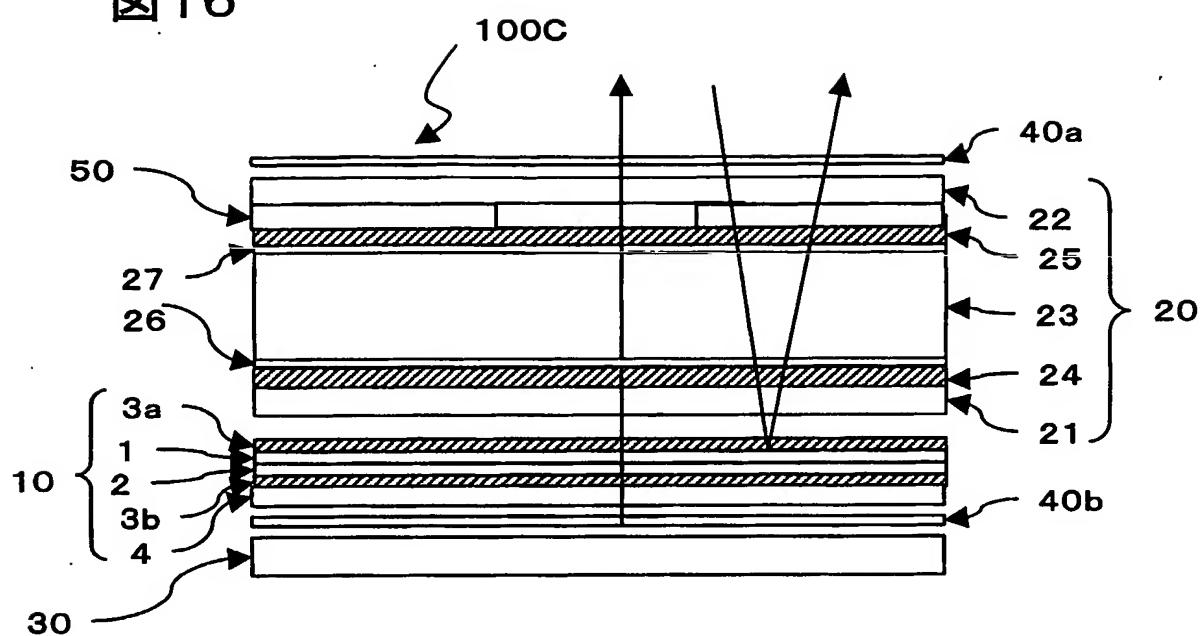


図17

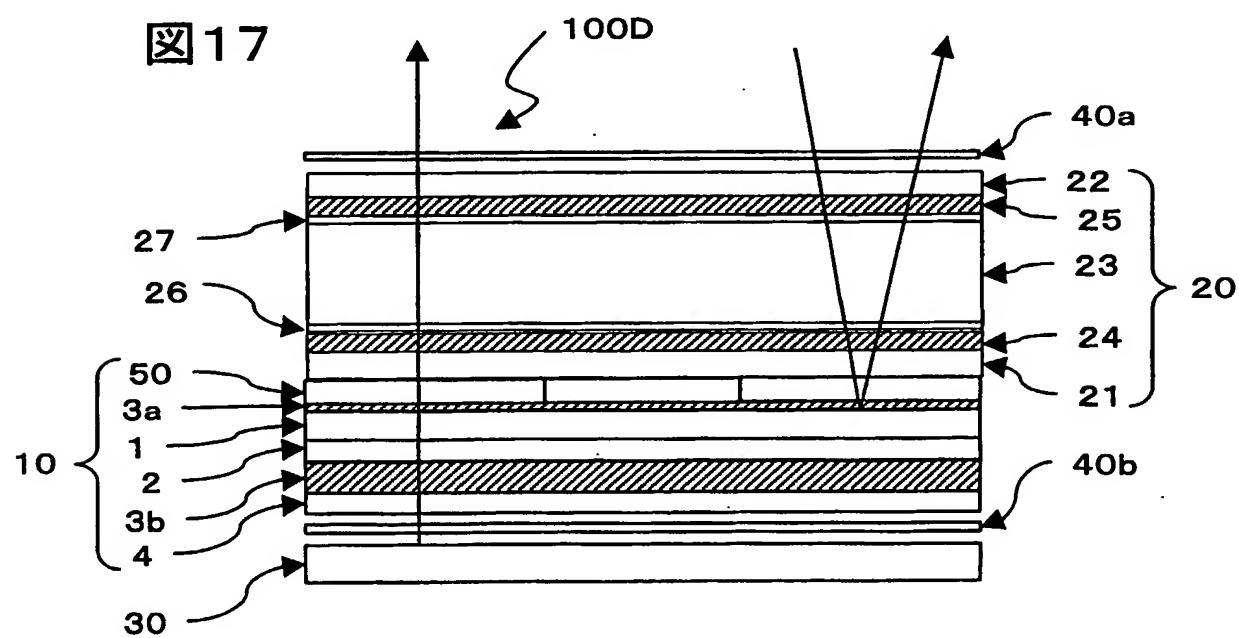


図 18

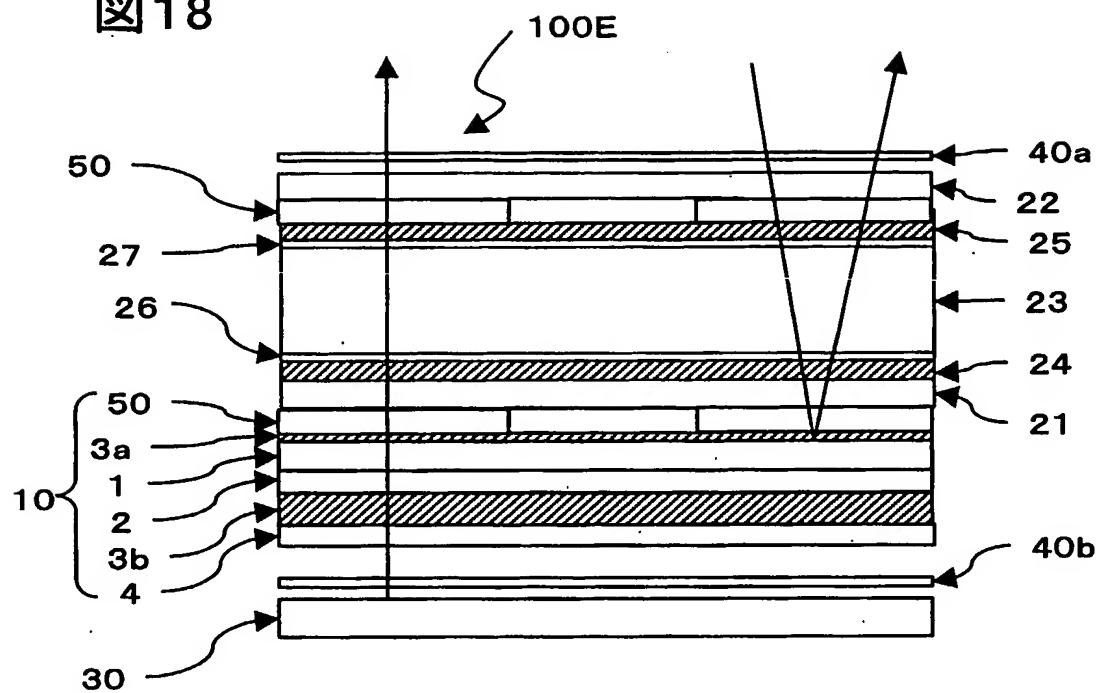


図 19

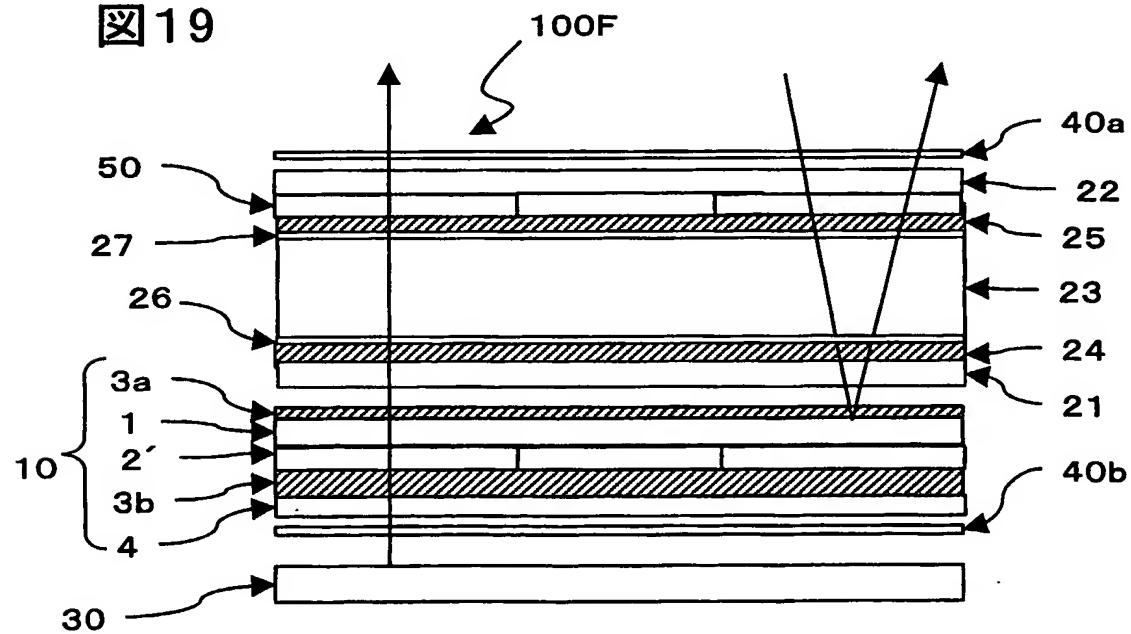


図20

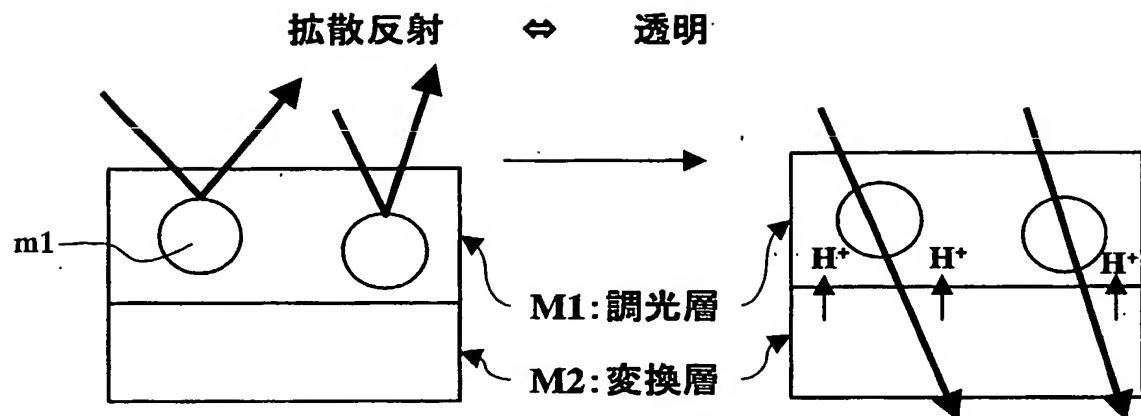


図21

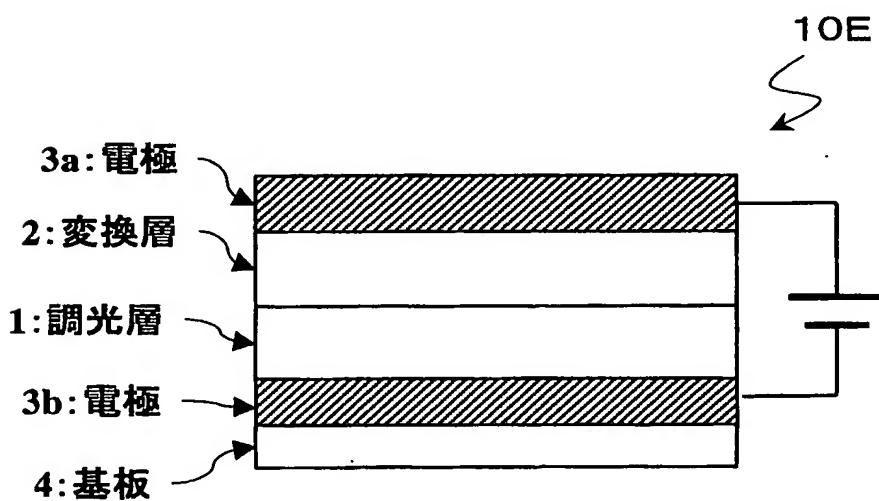


図22

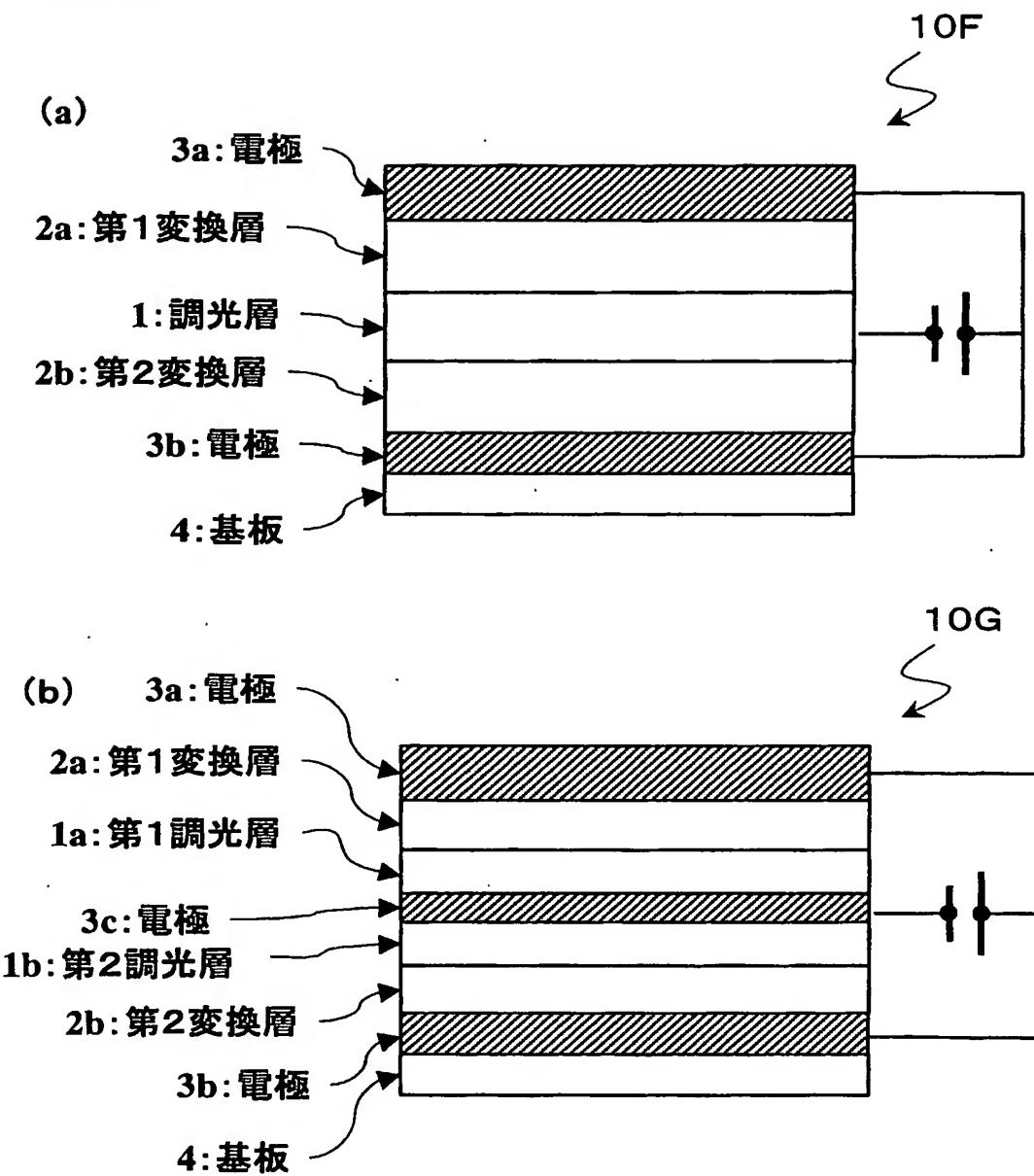
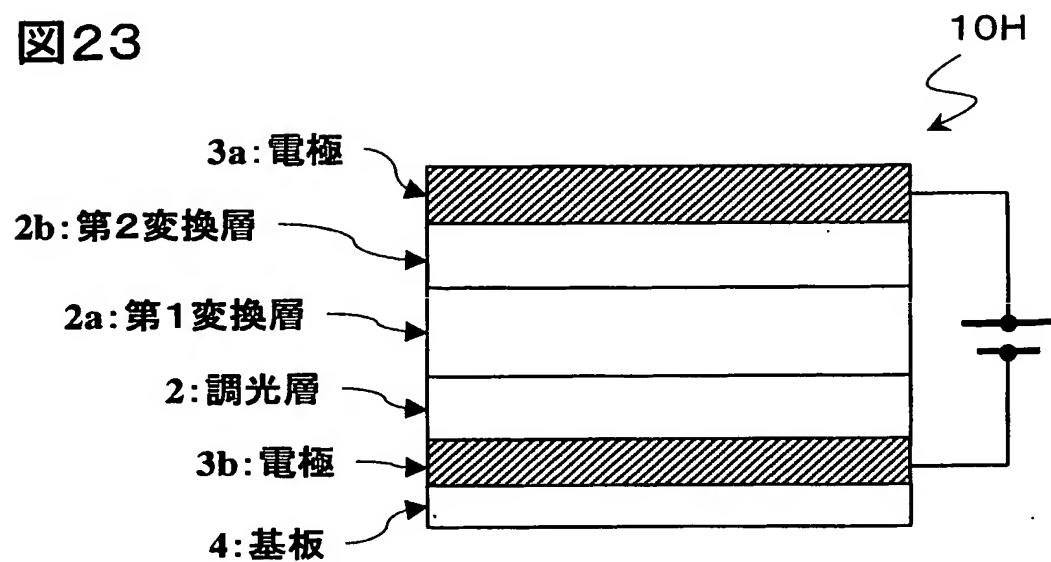


図23



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001845

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl' G02F1/1335, G02F1/19

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl' G02F1/1335, G02F1/19

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-71930 A (Canon Inc.), 02 April, 1987 (02.04.87), Full text; all drawings	1-4, 6-13, 16-21, 41-47
A	Full text; all drawings (Family: none)	5, 22-40, 48
Y	JP 2000-347184 A (Minolta Co., Ltd.), 15 December, 2000 (15.12.00), Full text; all drawings (Family: none)	1-4, 6-13, 16-21, 41-47
Y	JP 2000-56294 A (Seiko Epson Corp.), 25 February, 2000 (25.02.00), Full text; all drawings (Family: none)	2-4, 8-13, 16-21, 41-47

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

- * Special categories of cited documents:
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier document but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 March, 2004 (05.03.04)

Date of mailing of the international search report
23 March, 2004 (23.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/001845

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 00/63745 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 26 October, 2000 (26.10.00), Full text; all drawings & US 6437900 B1 & JP 2002-542513 A	4, 6-13, 16-21, 41-47
Y	EP 1085365 A (Agilent Technologies Inc.), 21 March, 2001 (21.03.01), Full text; all drawings & US 6317531 B1 & JP 2001-117124 A	4, 6-13, 16-21, 41-47
Y	JP 2002-345149 A (Kabushiki Kaisha Enetto), 29 November, 2002 (29.11.02), Full text; all drawings (Family: none)	10-13, 16-21, 41-47
Y	WO 98/08139 A (PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 26 February, 1998 (26.02.98), Full text; all drawings & US 5970187 A & JP 11-514107 A	18, 20-21, 41-47
Y	EP 1081538 A (Agilent Technologies Inc.), 07 March, 2001 (07.03.01), Full text; all drawings & US 6259853 B1 & JP 2001-133817 A	19-21, 41-47
Y	WO 98/10329 A (PHILIPS ELECTRONICS N.V.), 12 March, 1998 (12.03.98), Full text; all drawings & US 5905590 A & JP 11-514759 A	21, 41-47
Y	JP 2000-321564 A (Sharp Corp.), 24 November, 2000 (24.11.00), Full text; all drawings (Family: none)	44-47

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/001845

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.: because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.: 14, 15 because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
No meaningful international search of claims 14, 15 could be carried out since no specific examples of the second material for releasing/absorbing a specific element by application of light and the material having a photocatalyticity.
3. Claims Nos.: because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest · The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.
 No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int C1' G02F1/1335, G02F1/19

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int C1' G02F1/1335, G02F1/19

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 62-71930 A (キャノン株式会社) 02.04.1987 全文, 全図	1-4, 6-13, 16- 21, 41-47
A	全文, 全図 (ファミリーなし)	5, 22-40, 48
Y	JP 2000-347184 A (ミノルタ株式会社) 15.12.2000 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 6-13, 16- 21, 41-47

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示す
もの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日
以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行
日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する
文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって
出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論
の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明
の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以
上の文献との、当業者にとって自明である組合せに
よって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.03.2004

国際調査報告の発送日

23.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山口 裕之

2 X 2913

電話番号 03-3581-1101 内線 3293

C (続き) 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-56294 A (セイコーエプソン株式会社) 25. 02. 2000 全文, 全図 (ファミリーなし)	2-4, 8-13, 16-21, 41-47
Y	WO 00/63745 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 26. 10. 2000 全文, 全図 & US 6437900 B1 & JP 2002-542513 A	4, 6-13, 16-21, 41-47
Y	EP 1085365 A (Agilent Technologies Inc) 21. 03. 2001 全文, 全図 & US 6317531 B1 & JP 2001-117124 A	4, 6-13, 16-21, 41-47
Y	JP 2002-345149 A (株式会社エネット) 29. 11. 2002 全文, 全図 (ファミリーなし)	10-13, 16-21, 41-47
Y	WO 98/08139 A (PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 26. 02. 1998 全文, 全図 & US 5970187 A & JP 11-514107 A	18, 20-21, 41-47
Y	EP 1081538 A (Agilent Technologies Inc) 07. 03. 2001 全文, 全図 & US 6259853 B1 & JP 2001-133817 A	19-21, 41-47
Y	WO 98/10329 A (PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 12. 03. 1998 全文, 全図 & US 5905590 A & JP 11-514759 A	21, 41-47
Y	JP 2000-321564 A (株式会社シャープ) 24. 11. 2000 全文, 全図 (ファミリーなし)	44-47

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求の範囲 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. 請求の範囲 14-15 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
光の照射により特定元素の放出または吸収を行う第2材料、及び光触媒性を有する材料の具体例が一切記載されていないため、有意義な調査を行うことができない。
3. 請求の範囲 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。